

**ANALISIS BIBLIOMETRIK LABORATORIUM FISIKA
BERBASIS MEDIA PEMBELAJARAN BERTEKNOLOGI
*AUGMENTED REALITY***

Skripsi

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-
syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Pendidikan Fisika**

Oleh :

CINDI RATNA PUTRI

NPM. 1711090058

Jurusan : Pendidikan Fisika



FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

RADEN INTAN LAMPUNG

1442H/2021 M

**ANALISIS BIBLIOMETRIK LABORATORIUM FISIKA
BERBASIS MEDIA PEMBELAJARAN BERTEKNOLOGI
*AUGMENTED REALITY***

Skripsi

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-
syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana (S.Pd) dalam
Pendidikan Fisika**

Oleh :

CINDI RATNA PUTRI

NPM. 1711090058

Jurusan : Pendidikan Fisika

Pembimbing I : Dr. H. Sofyan M Soleh, S.H., M.Ag

Pembimbing II: Antomi Saregar, M.Pd., M.Si

FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

RADEN INTAN LAMPUNG

1442 H/2021 M

ABSTRAK

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan antara lingkungan virtual ke dalam lingkungan nyata secara bersamaan dalam satu waktu. Penggunaan AR sebagai media pembelajaran di laboratorium fisika bukanlah hal yang baru namun bukan juga merupakan hal umum yang diketahui banyak orang, oleh karena itu penelitian mengenai media pembelajaran berbasis teknologi AR ini masih banyak berkembang hingga sekarang.

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan Bibliometrik. Populasi penelitian bersumber dari data base scopus dengan menggunakan tiga kata kunci yaitu *AR and Physics*, *AR and Physics Education* dan *AR and Physics Laboratory*. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu dokumentasi dan lima tahapan analisis Bibliometrik. Tujuan penelitian memberikan rekomendasi peluang penelitian dimasa mendatang mengenai penggunaan teknologi AR sebagai media pembelajaran di laboratorium fisika.

Berdasarkan hasil penelusuran pada data base scopus dari tahun 2015-2021 kata kunci pertama ditemukan sebanyak 89 artikel, kata kunci kedua ditemukan sebanyak 13 artikel mulai dari tahun 2005-2021, kata kunci ketiga ditemukan sebanyak 10 artikel mulai dari tahun 2014-2021 . Hasil pencarian disimpan dalam bentuk format CSV selanjutnya data diinput kedalam aplikasi Vosviewer dan diklasifikasi berdasarkan tipe analisis, unit analisis dan jumlah kata kunci minimum kemunculan setelah itu data dianalisis menggunakan Vosviewer.

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawahini :

Nama : Cindi Ratna Putri

NPM : 1711090058

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Analisis Bibliometrik Laboratorium Fisika Berbasis Media Pembelajaran Berteknologi Augmented Reality**” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 17 April 2021

Penulis

Cindi Ratna Putri
NPM. 1711090058



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 783260

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi: ANALISIS BIBLIOMETRIK LABORATORIUM
FISIKA BERBASIS MEDIA PEMBELAJARAN
BERTEKNOLOGI AUGMENTED REALITY**

Nama : CINDI RATNA PUTRI

NPM : 1711090058

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas: Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Telah dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Dr. H. Sofyan M Soleh, S.H., M.Ag

NIP. 195608161982031001

Pembimbing II

Antomi Saregar, M.Pd., M.Si

NIP. 19860472015031005

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

Dr. Yuberti, M.Pd

NIP. 197709202006042011



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 783260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“ANALISIS BIBLIOMETRIK LABORATORIUM FISIKA BERBASIS MEDIA PEMBELAJARAN BERTEKNOLOGI AUGMENTED REALITY”** Disusun oleh **Cindi RatnaPutri, NPM. 1711090058, Jurusan Pendidikan Fisika**, telah diujikan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, pada hari/tanggal: **Senin/15 Juni 2021.**

TIM MUNAQOSYAH

Ketua : Dr. Yuberti, M.Pd.

Sekretaris : Welly Anggraini, M.Si.

Pembahas Utama : Happy Komikesari, S.Pd., M.Si.

Pembahas I : Dr. H. Sofyan M Soleh, S.H., M.Ag

Pembahas II : AntomiSaregar, M.Pd., M.Si.

Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd

NIP. 196408281988032002

MOTTO

الْغُرُورُ بِاللَّهِ يَغُرَّتْكُمْ وَلَا ۚ الدُّنْيَا الْخَيَاةُ تَغُرَّتْكُمْ فَلَا ۚ حَقُّ اللَّهِ وَعْدٌ إِنَّ النَّاسُ بِآيَاتِهَا

“Hai manusia, sesungguhnya janji Allah adalah benar, maka sekali-kali janganlah kehidupan dunia memperdayakan kamu dan sekali-kali janganlah syaitan yang pandai menipu, memperdayakan kamu tentang Allah.” (QS. Fatir:5)

خُلُقًا إِيْمَانًا أَحْسَنُهُمْ مِنْنِ الْمُؤْكَمَلِ وَأَ

“Dan orang mukmin yang paling sempurna imannya adalah mereka yang paling baik akhlaknya”.

(HR.Ahmad)

“Bahwa kemenangan yang benar-benar kemenangan tidaklah terjadi pada seseorang atas orang lain melainkan atas dirinya sendiri.” -

Emha Ainun Najib

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'Alamin, segala puji bagi Allah SWT, terucap do'a dan rasa syukur yang luarbiasa dan tiada kata yang lebih pantas dilangitkan selain puji-pujian kepada *Rabb* semesta alam yang rahmat dan kasihnya tercurah ke segala penjuru bumi beserta penduduknya, dan hanya karena ridho dan hidayah-Nya sehingga skripsi peneliti ini Allah izinkan untuk selesai pada waktunya. Shalawat serta salam kepada manusia terbaik Baginda Nabi Muhammad SAW. Dengan segala upaya serta kerja keras peneliti untuk menyelesaikannya oleh karena itu skripsi ini peneliti persembahkan kepada

1. *"The Greatest Mother in My Universe"* ibundaku tercinta ibu Sri Atiah, juga ayahandaku bapak Alun Ratnadi, yang selalu mendukung dan memberikan hal terbaik serta do'a yang tulus dan kasih yang tak pernah putus, tentu tidak ada kalimat sempurna yang mampu mendeskripsikan betapa sempurnanya kasih yang tercurahkan kepada anak-anaknya sehingga satu-satunya harapan kami adalah menjadi kebanggaannya di dunia dan akhirat. Semoga Allah senantiasa memberikannya seluruh keselamatan dan kebahagiaan di bumi dan langit kepadanya, *Aamiin*.
2. Adik-adiku, nenekku, keluarga besarku, sahabat dan teman-temanku tersayang, terimakasih karena selalu memberikan dukungan positif dan mendo'akan yang terbaik untuk kehidupanku. Semoga kebaikan selalu meyertai kehidupan kita semua. *Aamiin*.

RIWAYAT HIDUP

Peneliti bernama lengkap Cindi Ratna Putri. Lahir pada tanggal 08 Januari 1999 di Desa Tulungagung Provinsi Jawa Timur. Peneliti merupakan putri pertama dari 2 bersaudara, dari pasangan bapak Alun Ratnadi dan Ibu Sri Atiah. Pada usia balita peneliti dibesarkan di tanah kelahiran ibunya yaitu di Provinsi Lampung tepatnya di Desa Tarahan, Lampung Selatan dan menetap hingga saat ini. Pendidikan formal yang ditempuh oleh peneliti yaitu pada jenjang dasar SD Negeri 01 Tarahan Lampung Selatan (tahun 2005-2011) dan melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah menengah pertama SMP Negeri 01 Katibung Lampung Selatan (tahun 20011-2014). Adapun jenjang pendidikan menengahnya di SMK-SMTI (Sekolah Menengah Teknologi Industri) yang berada di Tanjung Karang Bandar Lampung dengan profesi keahlian yang diambil yaitu Kimia Analis (tahun 2014-2017). Setelah dinyatakan lulus di tahun 2017 peneliti melanjutkan studinya ke perguruan tinggi UIN Raden Intan Lampung dengan program studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyan dan Keguruan.

Selama menjalankan pendidikan formal, peneliti turut aktif dalam kegiatan organisasi baik akademik maupun non-akademik dalam mengembangkan wawasan serta pengalaman dan mengeksplor potensi diri, yang diantaranya sebagai berikut:

1. Staff Departemen Pendidikan dan Penelitian Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) UIN Raden Intan Lampung (tahun 2017-2018)
2. Ketua Remaja Islam Masjid (RISMA) Jami'AT-Tarham Desa Tarahan (tahun 2017-Sekarang)
3. Ketua Departemen Kesekretariatan HIMAFI UIN Raden Intan Lampung (tahun 2019-2020)
4. Sekretaris Departemen Penelitian dan Pengembangan Ikatan Mahasiswa Fisika Lampung (IMAFILA) (tahun 2019-2020)
5. Sekretaris umum Rohani Islam (ROHIS) SMK-SMTI Bandar Lampung 2015-2016

Adapun pengalaman organisasi baik dalam pelatihan seminar, webniar dan prestasi selama menjalani pendidikan formal diantaranya sebagai berikut:

1. Peserta lomba Da'i/Dai'ah SMA/ sederajat se-Lampung Jong Islamic Festival 2014
2. Juara 2 Lomba PBB Putri Gebyar Lomba Pramuka Madaliyansa (GAPMA) ke-IV 2015
3. Peserta seminar Asean Young Enterpreuneur and Leadership Politeknik Negeri Lampung 2015
4. Juara 2 Lomba Kaligrafi SMK-SMTI 2016
5. Peserta Acivement Motivation Training (AMT) SMK-SMTI Bandar Lampung 2016
6. Panitia Kegiatan Semarak Lomba Pelajar dan Pramuka ke-2 se-Provinsi Lampung 2016
7. Peserta HAFIS (Hari Fisika) Himafi UIN Raden Intan Lampung 2017
8. Peserta Pelatihan Kader Da'I (PKD) UKM BAPINDA 2017
9. Peserta Kegiatan Orientasi Organisasi (O₂) HIMAFI UIN Raden Intan Lampung 2017
10. Peserta Bedah Buku Konspirasi Semesta UKM Bapinda 2017
11. Panitia kegiatan Rohis Super Camp FKAR Bandar Lampung 2017
12. Ketua Panitia Lomba Muharam RISMA AT-Tarham Desa Tarahan 2018
13. Peserta Seminar Nasional Pendidikan Fisika UIN Raden Intan Lampung 2018
14. Peserta Seminar Nasional Perkoprasian KOPMA UNILA 2019
15. Peserta Seminar Nasional SEMESTA (Semarak Ekspo Tahunan Fisika) ke-IV 2019

Terakhir peneliti melakukan kegiatan pada bulan Agustus 2020 yaitu kegiatan Kuliah Kerja Nyata- dari Rumah (KKN-DR) di Desa Babatan Lampung Selatan dilanjutkan dengan kegiatan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) di Mts AL-Muhajirin Kecamatan Panjang Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala*, Yang telah melimpahkan rahmat berkat dan karunianya. Sholawat beriringan salam tetap tucurahkan kepada Nabi kita yaitu Nabi Muhammad *Shalallaahu 'alaihi wassalaam*. Berkat ridho dan kesempatan yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan segala aktivitas dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Bibliometrik Laboratorium Fisika Berbasis Media Pembelajaran Berteknologi Augmented Reality”** yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi untuk program strata satu pada Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Program Studi Pendidikan Fisika.

Berbagai perjuangan berbalut rasa nikmat hadirnya sebuah pelajaran berwujud sebuah pengalaman dalam proses pembuatan skripsi ini hadapi, namun berkat ridho Allah SWT, bimbingan dan petunjuk serta motivasi dari keluarga dan teman-teman, baik moral maupun materi *alhamdulillah* skripsi ini dapat peneliti selesaikan dengan tepat waktu. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi rujukan untuk penelitian kedepannya.

Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Program Strata Satu (S1) Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (S.Pd). Atas bantuan dari berbagai segala pihak dalam menyelesaikan skripsi ini, peneliti mengucapkan *Jazzakumullah Khairan Katsir* kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Dr.Yuberti, M.Pd sebagai Ketua Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.

3. Sri Latifah, M.Sc sebagai Sekertaris Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
4. Antomi Saregar, M.Pd., M.Si sebagai pembimbing II, peneliti sangat berterimakasih atas kesabaran, kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan tepat waktu.
5. Dr. H. Sofyan M Soleh, S.H., M.Ag sebagai pembimbing I, peneliti sangat berterimakasih atas kesediaan, keikhlasan dan waktu yang telah diberikan juga motivasi selama penyusunan skripsi sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan tepat waktu.
6. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan terkhusus Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu kepada peneliti selama peneliti menempuh pendidikan prodi pendidikan fisika di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
7. Almamaterku Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung sebagai wadah dan tempat dalam mengembangkan potensi diri dan menjembatani dalam menuntut ilmu pengetahuan.
8. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) yang mana banyak memberi pengalaman berharga juga membantu mengembangkan potensi diri.
9. Keluarga besar Fisika C yang senantiasa kebersamai baik suka maupun duka dalam perjalanan semasa perkuliahan.
10. Keluarga Besar Risma Masjid At-Tarham yang membantu berproses menjadi menjadi pemimpin yang baik.
11. Eka Nurhasana, Meidita Ega Selvia, Innama Trina, Purna Yusika, Rini Retnowati, Isnaeni, Indah Maulidia, Ismi Marliani dan Deva Riani terimakasih karena telah menjadi sahabat terbaik yang senantiasa menjadi tempat untuk berbagi suka dan duka. Semoga mereka selalu bahagia dan sehat sentosa. Semoga orang-orang baik ini bersamaku dalam waktu yang lama.
12. Maria, Emma Suganda, Dwi Nurcahyani, Putri Anggraini, Riana Yuliara Johan, Rezly Fitri Siregar, Febriani, Desi Yeni

Ratna Sari, Denti Nanda Effendi. Terimakasih karean telah menjadi sahabat yang luarbiasa, bersedia mengulurkan tangan lebih dulu bahkan sebelum aku memintanya, terimakasih karena telah menemani setiap jejak kecilku menelusuri berbagai tempat, bersabar menjelaskan setiap hal baru yang belum aku pahami, menyematkan sekaligus mengajariku banyak hal, semoga orang-orang baik ini tetap bersamaku dalam waktu lama.

13. Putri Nagres Ari Masitoh, Dhea Yusma Bonafide. Terimakasih karena telah menjadi partner terhebat se-antarkita, terimakasih telah mengajariku dengan sabar, menanggapi hal-hal konyol yang kubuat, membimbingku juga menjadi wadah untuk segala keresahan tentang masa muda dan bagaimana kehidupan ini kadang menjadi lucu. Terimakasih kepada Nagres untuk setiap hal yang dirinya ajarkan padaku, rekomendasi anime dan juga rencana-rencana hebatnya yang membuatku ingin melakukan hal luar biasa seperti dirinya. Juga kepada bona, terimakasih telah mengajariku konsisten terhadap sesuatu, tegas pada diriku, berani terhadap hal yang mengganguku dan mengutuk beberapa hal menyebalkan, terimakasih karena kalian memberi semangat dengan cara yang unik. Semoga segala impian dan cita-cita yang kita susun menjadi kenyataan dan besar suatu hari nanti.
14. Tri Nanda Oktaviani, Desi Novitasari dan Sri Rahayu terimakasih karena telah menjadi sahabatku dalam waktu yang cukup lama, melihatku bertumbuh di setiap tahunnya menjadi seseorang yang berbeda di setiap waktunya. Terimakasih untuk segala dukungan juga semangat yang kalian tunjukkan dengan cara-cara paling aneh sekaligus menyenangkan, terimakasih karena tidak pernah menjadi orang asing bagiku. Terimakasih karena tetap sama hangatnya seperti dulu. Semoga orang-orang hebat ini masih menjadi sahabatku dalam waktu yang lama.
15. Kepada tujuh manusia hebat yang tak pernah mengenal juga melihatku namun kehadirannya membawa berbagai keajaiban dalam hidupku, membantuku melihat Dunia dari sudut yang unik dan indah, menjadi senyum ketika awan mendung duduk

dikepalaku, membuatku tertawa lebar saat kehidupan menindasku, membuatku merasa didengar lewat lirik-lirik yang mereka tulis, membuatku memaafkan juga mencintai diriku sendiri, terimakasih telah menciptakan melody juga lirik-lirik yang indah. Terimakasih karena membawaku pada perjalanan empat musim berbeda. Terimakasih kepada Bangtan Sonyeondan . Semoga mereka selalu bahagia.

16. Juga terimakasih kepada seluruh penulis film, darama dan buku-buku favoritku.

Peneliti berharap semoga Allah SWT membalas amal dan kebaikan atas semua bantuan dan partisipasi semua pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Namun peneliti menyadari keterbatasan kemampuan yang ada pada diri peneliti. Untuk itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat peneliti harapkan. Akhirnya semoga skripsi ini berguna bagi diri peneliti khususnya dan pembaca pada umumnya. Aamiin

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Bandar Lampung, 17 April 2021

Penulis

Cindi Ratna Putri
17110900

DAFTAR ISI

HALAMAN

HALAMAN JUDUL	ii
ABSTRAK	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii

BAB 1 PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul	1
B. Latar Belakang Masalah	2
C. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian.....	9
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	10
H. Sistematika Pembahasan.....	13

BAB II LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori	15
1. Analisis Bibliometrik	15

2. Media Pembelajaran.....	15
3. Teknologi Augmented Reality	28
4. Teknologi Augmented Reality dalam Fisika	55

BAB III METODOE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	57
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian	57
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengumpulan Data	59
D. Definisi Oprasional Variabel	61
E. Instrumen Penelitian.....	62
F. Metode Analisis Data	67

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data	70
B. Pembahasan Hasil Penelitian dan Analisis	82

BAB V PENUTUP

A. Simpulan.....	93
B. Rekomendasi	94

DAFTAR RUJUKAN

LAMPIRAN

Lampiran 1 LOA YYSSEE

Lampiran 2 Artikel Publikasi Penelitian

Lampiran 3 Dokumentasi Pencarian Sumber Artikel Scopus

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pertumbuhan Artikel AR dan Fisika.....	70
Tabel 4.2 Pertumbuhan Artikel AR dan Pendidikan Fisika	72
Tabel 4.3 Pertumbuhan Artikel AR dan Laboratorium Fisika .	74
Tabel 4.4 Dokumen dengan Kutipan Tertinggi	75
Tabel 4.5 Jumlah Publikasi Setiap Negara	78
Tabel 4.6 Jumlah Publikasi Setiap Penerbit.....	80
Tabel 4.7 Top 10 Kata Kunci Relevan	81
Tabel 4.8 Area Subjek Penelitian	82
Tabel 4.9 Cluster AR dan Fisika	83
Tabel 4.10 Cluster AR dan Pendidikan Fisika.....	85
Tabel 4.11 Cluster AR dan Laboratorium Fisika.....	86
Tabel 4.12 Tahun Publikasi AR dan Laboratorium Fisika.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tampilan Jendela Vosviewer	64
Gambar 3.2 Tampilan Jendela Network Visualization	64
Gambar 3.3 Tampilan Overlay Visualization	65
Gambar 3.4 Tampilan Density Visualization.....	66
Gambar 3.5 Tahap Metode Analisa Data.....	67
Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan AR dan Fisika.....	71
Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan AR dan Pendidikan Fisika .	73
Gambar 4.3 Grafik Pertumbuhan AR dan Lab Fisika	74
Gambar 4.4 Persentase Kutipan Setiap Negara	80
Gambar 4.5 Pemetaan Jaringan AR dan Fisika.....	83
Gambar 4.6 Pemetaan Jaringan AR dan Pendidikan Fisika...	84
Gambar 4.7 Pemetaan Jaringan AR dan Lab Fisika	86
Gambar 4.8 Intensitas Kepadatan Publikasi	88
Gambar 4.9 Tahun Publikasi Setiap Topik.....	89

BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Dalam penelitian diperlukan penegasan untuk memperinci dan memperjelas maksud dari sebuah judul penelitian agar tidak terjadi kesalahpahaman antara penulis dengan pembaca, maka penulis terlebih dahulu menjelaskan maksud dan tujuan dengan judul skripsi “**Analisis Bibliometrik Laboratorium Fisika Berbasis Media Pembelajaran Berteknologi *Augmented Reality***”. Penulis akan menjelaskan hal-hal yang berkaitan dengan judul tersebut:

1. Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik merupakan salah satu metode penelitian yang termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif. Analisis bibliometrik digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu penelitian telah berkembang dari tahun ke tahun, dengan bantuan perangkat lunak *vosviewer* yang mampu mempermudah pemetaan penelitian ketika hendak dianalisis. Perangkat lunak *vosviewer* digunakan untuk mengidentifikasi segala hal yang berhubungan dengan kata kunci yang dicari seperti penulis, negara, institusi, dan hubungan antar kata kunci¹.

2. Laboratorium Fisika Berbasis *Augmented Reality* (AR)

Laboratorium fisika berbasis *Augmented Reality* merupakan laboratorium fisika dengan trobosan baru yang dirancang untuk memberikan pengalaman belajar nyata dan menyenangkan dalam laboratorium fisika dengan memanfaatkan bantuan teknologi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran.² Teknologi *Augmented Reality* atau bisa

¹ Laura Ibrayeva Daniel Hernández Torrano, “Creativity and Education: Bibliometric Mapping of the Research Literature (1975 - 2019)” 35, no. September 2019 (2020): 1–17, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100625>.

² M. P. Strzys, S. Kapp, M. Thees, P. Klein, P. Lukowicz, P. Knierim, A. Schmidt, and J. Kuhn, “Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction,”

disebut dengan peningkatan realitas merupakan integrasi elemen digital yang ditambahkan ke dunia nyata secara *real time* (data dunia nyata) dengan mengikuti kondisi lingkungan yang ada di dunia nyata dan diterapkan pada perangkat mobile atau komputer, yang mana teknologi ini dapat diakses melalui perangkat digital modern seperti *smartphone* dan tablet. *Augmented Reality* menjadi media pembelajaran yang menggabungkan hasil percetakan dan teknologi komputer kedalam suatu proyeksi nyata dalam bentuk visualisasi 3D. Penggunaan AR sebagai media pembelajaran di laboratorium fisika berguna untuk meningkatkan kualitas belajar dan pengalaman langsung bagi peserta didik. Menggunakan konsep-konsep fisika yang biasa diterapkan dalam laboratorium fisika dan dengan tambahan media pembelajaran berteknologi AR yang telah dirancang menggunakan komputer untuk memproyeksikan gambar atau tampilan dari materi fisika yang diintegrasikan kedalamnya. Singkatnya teknologi AR membantu merealisasikan fenomena dan konsep dalam pembelajaran di laboratorium fisika kedalam dimensi yang lebih hidup.³

B. Latar Belakang Masalah

Belajar merupakan suatu proses kompleks yang terjadi pada semua orang dan berlangsung seumur hidup. Sebagaimana hakikatnya manusia bahwa belajar sudah dilakukan dari masa penciptaan sehingga belajar amat penting agar membuat manusia memiliki pengetahuan yang berguna untuk dirinya dan peradaban manusia itu sendiri. Sebagaimana firman Allah SWT dalam AL-

European Journal of Physics 39, no. 3 (May 1, 2018): 035703, <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaa8fb>.

³ Martin P. Strzys, Sebastian Kapp, Michael Thees, P. Klein, Paul Lukowicz, P. Knierim, A. Schmidt, Jochen Kuhn, et al., "Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction," *Education Sciences* 12, no. 3 (July 2019): 105–10, <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaa8fb>.

Quran surat An-Nahl ayat 43 yang menjadi salah satu landasan mengenai pentingnya belajar.

وَمَا أَرْسَلْنَا مِنْ قَبْلِكَ إِلَّا رِجَالًا نُوْحِي إِلَيْهِمْ فَاسْأَلُوا أَهْلَ الذِّكْرِ إِنْ كُنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ

Artinya: Dan Kami tidak mengutus sebelum engkau (Muhammad), melainkan orang laki-laki yang Kami beri wahyu kepada mereka. Maka bertanyalah kepada orang yang mempunyai pengetahuan jika kamu tidak mengetahui. [Q.S An-Nahl: 43]

Pembelajaran adalah sistem yang berkaitan dengan tujuan, materi, media, model, dan evaluasi. Untuk mencapai pembelajaran yang sukses diperlukan sebuah sinergi dari berbagai aspek. Salah satu komponen penting dalam sistem pembelajaran adalah pembelajaran media.⁴ Dalam proses pembelajaran untuk memenuhi tujuan dari belajar itu sendiri kita membutuhkan sebuah media yang tepat guna menunjang proses belajar agar tersampaikan dengan baik.⁵

Media pembelajaran merupakan perantara belajar yang berasal dari berbagai jenis komponen tujuannya merangsang siswa untuk belajar.⁶ Media pembelajaran mengalami perkembangan yang pesat dari waktu ke waktu seiring dengan turut berkembangnya teknologi.⁷ Teknologi tertua yang digunakan

⁴ Rizki Agung Sambodo, Baskoro Adi Prayitno, and Puguh Karyanto, "The Development of ECO AR Learning Media Based on Augmented Reality Technology on the Topic of Ecosystem The Development of ECO AR Learning Media Based on Augmented Reality Technology on the Topic of Ecosystem," *AIP Conference Proceedings* 020108, no. December (2019).

⁵ Prof. Dr. Azhar Arsyad, M.A., *Media Pembelajaran*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 2005, hlm.67

⁶ Dr. Arif S. Sadiman, dkk., *Media Pendidikan: pengertian, pengembangan dan pemanfaatannya*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 2009, hlm 2-6

⁷ Jorge Bacca et al., "Augmented Reality Trends in Education : A Systematic Review of Research and Applications," *Education Technology & Society* 17, no.

dalam proses belajar adalah percetakan yang berdasarkan pada kerja prinsip mekanis. Kemudian lahir teknologi audio-visual dan teknologi terbaru dalam pembelajaran yaitu teknologi mikro prosesor yang melahirkan penggunaan komputer dan kegiatan interaktif.⁸

Teknologi pembelajaran yang melibatkan komputer dan kegiatan interaktif pada prosesnya dapat diwujudkan dalam teknologi *Augmented reality*.⁹ *Augmented Reality* merupakan teknologi komputer yang menggabungkan informasi serta objek virtual yang menarik imajinasi penggunaanya kedalam sebuah adegan nyata.¹⁰ Perangkat lunak *Augmented Reality* pertama kali dikenal dengan ARToolkid dan dikembangkan sekitar tahun 2000-an.¹¹ Teknologi ini menjadi trobosan baru dalam tren teknologi pendidikan di masa depan.¹² Berbagai negara bersaing menyajikan kebaruan tentang teknologi *Augmented reality* terhadap pengaruhnya dalam metamorfosa media pembelajaran dimasa depan. Ada banyak topik-topik yang dikaitkan dengan media

October(2014):133–49,

<https://www.researchgate.net/publication/286049823%0AAugmented>.

⁸ Prof. Dr. Azhar Arsyad, M.A., *Media Pembelajaran*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 2005, hlm.67

⁹ Sambodo, Prayitno, and Karyanto, “The Development of ECO AR Learning Media Based on Augmented Reality Technology on the Topic of Ecosystem The Development of ECO AR Learning Media Based on Augmented Reality Technology on the Topic of Ecosystem.”

¹⁰ Kun-Hung Cheng and Chin-Chung Tsai, “Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research,” *Journal of Science Education and Technology* 22, no. 4 (August 3, 2013): 449–62, <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>.

¹¹ Faruk Arici et al., “Research Trends in the Use of Augmented Reality in Science Education: Content and Bibliometric Mapping Analysis,” *Computers & Education* 142, no. March (December 2019): 103647, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>.

¹² Juan Garzón, Juan Pavón, and Silvia Baldiris, “Systematic Review and Meta-Analysis of Augmented Reality in Educational Settings,” *Virtual Reality* 23, no. 4 (December 14, 2019): 447–59, <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>.

pembelajaran menggunakan teknologi *Augmented Reality* telah diteliti dari masa ke masa hingga saat ini. *Augmented Reality* sendiri telah diterapkan dalam berbagai bidang selain pendidikan seperti kesehatan¹³, pariwisata¹⁴, geografi¹⁵, fashion¹⁶, desain interior¹⁷ dan industri.¹⁸

Dalam aspek pendidikan mengimplementasikan teknologi *Augmented Reality* sebagai media dalam pembelajaran fisika dapat membantu siswa dalam memahami fenomena dan konsep fisika secara multidimensi.¹⁹ Penggunaan teknologi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran dalam fisika memungkinkan siswa untuk menyerap informasi dengan lebih ideal, dapat

¹³ Bassant M Elbagoury, Ahmed A Bakr, And Mohamed Roushdy, "Mobile Doctor Brain Ai App: Artificial Intelligence For Iot Healthcare," *Emerging Technologies for Health and Medicine* 9 (2018): 117–27.

¹⁴ Shu-pei Tsai, "Current Issues in Tourism Augmented Reality Enhancing Place Satisfaction for Heritage Tourism Marketing," *Current Issues in Tourism* 10 (2019): 1–6, <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1598950>.

¹⁵ Zeynep Turan, Elif Meral, and Ibrahim Fevzi Sahin, "The Impact of Mobile Augmented Reality in Geography Education: Achievements, Cognitive Loads and Views of University Students," *Journal of Geography in Higher Education* 42, no. 3 (July 3, 2018): 427–41, <https://doi.org/10.1080/03098265.2018.1455174>.

¹⁶ R K J De Silva, T D Rupasinghe, and P Apeagyei, "A Collaborative Apparel New Product Development Process Model Using Virtual Reality and Augmented Reality Technologies as Enablers," *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 0, no. 0 (2018): 1–11, <https://doi.org/10.1080/17543266.2018.1462858>.

¹⁷ Yuh-shihng Chang et al., "Applying Mobile Augmented Reality (AR) to Teach Interior Design Students in Layout Plans: Evaluation of Learning Effectiveness Based on the ARCS Model of Learning Motivation Theory," *Sensors* 20, no. 1 (December 23, 2019): 105, <https://doi.org/10.3390/s20010105>.

¹⁸ Mustafa Esengün and Gökhan İnce, "The Role of Augmented Reality in the Age of Industry 4.0," in *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, vol. 12 (Istanbul: Springer International Publishing, 2018), 201–15, https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_12.

¹⁹ Strzys, Kapp, Thees, Klein, Lukowicz, Knierim, Schmidt, Kuhn, et al., "Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction," July 2019.

mengembangkan ketrampilan bernalar dan berfikir tingkat tinggi²⁰ mampu menganalisis dan memecahkan masalah pada topik-topik dalam fisika yang membutuhkan visualisasi tingkat tinggi.²¹ Penelitian sebelumnya telah membahas bagaimana teknologi *Augmented Reality* dapat memberikan pengalaman belajar yang menarik dan mampu menarik perhatian siswa dalam pembelajaran fisika.²²

Kemampuan teknologi *Augmented Reality* memvisualisasikan konsep fisika ke dalam dunia virtual membawa penelitian lebih lanjut untuk menyelidiki bagaimana teknologi *Augmented Reality* ini dapat memvisualisasikan fenomena dan konsep fisika di sekolah terutama di laboratorium fisika dengan menggunakan tiga kata kunci pencarian yaitu *Augmented Reality and Physics*, *Augmented Reality and Physics Education* dan *Augmented Reality and Physics Laboratory* . Ketiga kata kunci ini digunakan untuk melihat bagaimana alur penelitian terhadap laboratorium berbasis media berteknologi *Augmented Reality* ini terbentuk, selain itu untuk melihat topik lain yang berkaitan dengan kefisikaan dan teknologi *Augmented Reality*.

Penelitian sebelumnya telah membahas mengenai eksperimen laboratorium dalam percobaan konduksi termal logam fisika berbasis *Augmented reality* menggunakan alat bantu *smartglasses* untuk menumbuhkan pemahaman tentang konsep

²⁰ A. Ismail et al., "Profile of Physics Laboratory-Based Higher Order Thinking Skills (HOTs) in Indonesian High Schools," *Journal of Physics: Conference Series* 1280, no. 5 (2019), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052053>.

²¹ Mustafa Fidan and Meric Tuncel, "Integrating Augmented Reality into Problem Based Learning: The Effects on Learning Achievement and Attitude in Physics Education," *Computers & Education* 142, no. July (December 2019): 103635, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103635>.

²² Kuo Ting Huang et al., "Augmented versus Virtual Reality in Education: An Exploratory Study Examining Science Knowledge Retention When Using Augmented Reality/Virtual Reality Mobile Applications," *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 22, no. 2 (2019): 105–10, <https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0150>.

konduksi panas, hasilnya memberikan efek positif pada kinerja siswa dibuktikan dengan hasil tes tertulis²³.

Namun belum terdapat tinjauan literatur bibliometrik yang mengulas tentang implementasi media pembelajaran berbasis teknologi *Augmented Reality* pada laboratorium fisika, sehingga penting untuk dilakukan penelitian mengenai hal ini. Selain itu untuk mengetahui sejauh mana media berbasis teknologi *Augmented Reality* ini telah dilibatkan dalam proses pembelajaran di laboratorium fisika, maka dilakukanlah penelitian tinjauan literatur bibliometrik untuk mengetahui sejauh mana penelitian mengenai hal ini telah berkembang dalam pendidikan fisika terutama dalam pembelajaran di laboratorium fisika.

Aalasan peneliti mengikat topik penelitian ini karena *Augmented Reality* merupakan teknologi penting yang sangat membantu tetapi penelitiannya di Indonesia tidak begitu banyak dilakukan, khususnya pada laboratorium fisika di sekolah. Oleh karena itu peneliti melakukan analisis bibliometrik dengan menggunakan software aplikasi vosviewer, peneliti memilih software ini dikarenakan penelitian bibliometrik umumnya menggunakan vosviewer sebagai perangkat analisis data, selain vosviewer software yang juga digunakan untuk bibliometrik adalah Hiscite, Gephi, dan BibExcel namun perangkat ini jarang digunakan di Indonesia. Analisis bibliometrik dilakukan terhadap bertujuan untuk menganalisis sejauh mana perkembangan topik mengenai penelitian laboratorium berbasis media pembelajaran teknologi *Augmented Reality*, selain itu peneliti juga memetakan setiap kata kunci dalam penelitian ini sehingga dapat melihat peluang untuk penelitian dimasa depan.

²³ M P Strzys et al., "Smartglasses in STEM Laboratory Courses-the Augmented Thermal Flux Experiment," in *Physics Education Research Conference, PERC 2018*, vol. 2018 (Department of Physics, Physics Education Research Group, Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, D-67653, Germany: American Association of Physics Teachers, 2018).

C. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah

Adapun identifikasi dari masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian mengenai laboratorium fisika berbasis media pembelajaran berteknologi *Augmented Reality* masih sangat jarang dilakukan
2. Analisis Bibliometrik mengenai penelitian ini belum pernah dilakukan
3. Penelitian ini membahas mengenai perkembangan topik yang berkaitan penelitian laboratorium fisika berbasis media pembelajaran berteknologi *Augmented Reality*

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah serta fokus penelitian yang telah dipaparkan peneliti, maka rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana visualisasi pemetaan jaringan antar kata kunci pada penelitian augmented reality dan fisika ?
2. Bagaimana visualisasi pemetaan jaringan antar kata kunci pada penelitian augmented reality dan pendidikan fisika ?
3. Bagaimana visualisasi pemetaan jaringan antar kata kunci pada penelitian *augmented reality* dan laboratorium fisika ?
4. Bagaimana intensitas publikasi pada penelitian *augmented reality* dan laboratorium fisika ?
5. Bagaimana rekomendasi peluang penelitian pada topik laboratorium fisika berbasis media *Augmented Reality* ?

E. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian digunakan untuk menemukan, dan membuktikan pengetahuan. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui visualisasi pemetaan jaringan antar kata kunci pada penelitian *Augmented Reality* dan Fisika.
2. Untuk mengetahui visualisasi pemetaan jaringan antar kata kunci pada penelitian *Augmented Reality* dan Pendidikan Fisika.

3. Untuk mengetahui visualisasi pemetaan jaringan antar kata kunci pada penelitian *Augmented Reality* dan Laboratorium Fisika
4. Untuk melihat kepadatan publikasi pada penelitian *Augmented Reality* dan Laboratorium Fisika
5. Untuk menemukan rekomendasi peluang *trend* penelitian dimasa mendatang yang berkaitan dengan laboratorium fisika berbasis *Augmented Reality*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dalam penelitian ini, ialah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai teknologi pembelajaran dimasa depan dengan mengembangkan media pembelajaran laboratorium berbasis *Augmented Reality* , serta menginspirasi pembaca dalam menemukan peluang trend ide penelitian dimasa mendatang, menginspirasi untuk terus mengembangkan ide-ide pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi lain di laboratorium fisika.

2. Manfaat Praktis.

a. Bagi Peneliti

Memberikan pengetahuan dan pengalaman dalam melihat peluang trend ide penelitian dalam menemukan kebaruan dalam melakukan penelitian dimasa yang akan datang.

b. Bagi Pendidik

Penelitian ini dapat dijadikan salah satu masukan untuk pendidik yang ada di sekolah maupun di perguruan tinggi dalam upaya mengatasi masalah pembelajaran fisika yang dihadapi peserta didik di laboratorium sekolah. Meningkatkan kemampuan menggunakan teknologi sebagai media belajar di kelas atau di laboratorium, dan memberikan gambaran terhadap aspek

penilaian dalam pembelajaran berbasis teknologi untuk peserta didik di sekolah.

c. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini berisi rekomendasi topik-topik populer yang berkaitan dengan *Augmented Reality* dan Laboratorium Fisika, sebagaimana tujuan dari penelitian ini dilakukan, hasil dan topik-topik penelitian yang muncul dalam analisis bibliometrik ini dapat dijadikan rujukan untuk penelitian selanjutnya dimasa mendatang.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan laboratorium fisika berbasis media berteknologi *Augmented Reality* antara lain :

1. Penelitian pertama dalam analisis ini yaitu pada tahun 2016 yang berjudul ***“Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students’ laboratory skills and attitudes toward science laboratories.”*** Yang di tulis oleh peneliti asal Turki, Akçayır. Namun dalam artikelnya Akçayır tidak membahas bagaimana teknologi AR diterapkan dalam materi fisika di sekolah, melainkan pada materi sains. Namun hal ini masih berkaitan karena Akçayır menyertakan kata kunci laboratorium dan sains dalam artikelnya. Penelitiannya untuk mengeksplorasi efek penggunaan AR sebagai media pembelajaran dalam kelas sains memberikan hasil positif dalam membangun sikap selama pembelajaran di laboratorium sains.²⁴
2. Pada penelitian kedua yaitu pada tahun 2017 yang berjudul ***“Smart objects for engineering labs: Boosting exploratory learning in higher education“*** penelitian ini dikutip paling banyak kedua setelah penelitian yang dipublikasikan oleh

²⁴ Murat Akçayır et al., “Augmented Reality in Science Laboratories: The Effects of Augmented Reality on University Students’ Laboratory Skills and Attitudes toward Science Laboratories,” *Computers in Human Behavior* 57 (2016): 334–42, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>.

Akcayir. Penelitian ini dilakukan oleh Ullon dan rekan lainnya yang berasal dari Ekuador. Ullon mengembangkan perangkat *smart object* dari objek sehari-hari yang biasa di temuka dilingkungan sekitar, *smart object* merupakan objek cerdas untuk pembelajaran fisika. Perangkat ini menggunakan sensor akselerasi, radio, WiFi dan mikroskop yang diintegrasikan kedalam teknologi AR sehingga memungkinkan bagi siswa untuk mengeksplorasi konsep fisika seperti gaya normal dan gaya gesek. Meskipun ini merupakan perangkat pertama yang dikembangkan dalam materi fisika, hasilnya memberikan efek positif terhadap respon dan minat siswa²⁵.

3. Penelitian ketiga dilakukan pada tahun 2018 dengan artikel yang berjudul ***“Physics holo.lab learning experience: Using smartglasses for augmented reality labwork to foster the concepts of heat conduction”*** penelitian ini dilakukan oleh Strzys dan rekannya. Dalam penelitiannya Strzys menggunakan teknologi HoloLens yang merupakan perangkat AR dengan tampilan kacamata yang dipasangkan dikepala. Penelitian ini menyelidiki bagaimana siswa dapat memahami mengenai konsep induksi panas dengan menggunakan *smartglasses* juga untuk memperluas persepsi siswa ke unsur termal dengan menghadirkan representasi warna palsu dari suhu suatu objek sebagai augmentasi virtual pada objek secara nyata. Tujuan utama penelitian ini untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa terhadap materi induksi panas dengan mengintegrasikan interaksi teori-eksperimen. Untuk melihat hasil perbandingan yang lebih baik penelitian ini juga menggunakan *mixed-reality* (MR)

²⁵ H Ullón, D Zambrano, and F Domínguez, “Smart Objects for Engineering Labs: Boosting Exploratory Learning in Higher Education,” in *12th Latin American Conference on Learning Objects and Technologies, LACLO 2017*, ed. Casali A. et al., vol. 2017-Janua (Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Escuela Superior Politécnica Del Litoral, ESPOL Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Via Perimetral, Guayaquil, Ecuador: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017), 1–7, <https://doi.org/10.1109/LACLO.2017.8120915>.

atau Holo-lab. Adapun hasilnya menunjukkan efek positif kecil MR terhadap kinerja siswa yang diukur dengan tes konsep standar untuk termodinamika, yang menunjukkan peningkatan pemahaman konsep fisika yang mendasarinya. Penemuan ini menunjukkan bahwa eksperimen kompleks bisa mendapatkan keuntungan lebih dari augmentasi²⁶.

4. Penelitian ketiga yaitu pada tahun 2020 dengan penelitian yang berjudul *“Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses”* penelitian ini dilakukan setelah penelitian terakhir tahun 2017 oleh Thees yang berasal dari negara Jerman. Pada awal penelitian dan pengambilan data, artikel yang dipublikasikan oleh Thees dikutip paling sedikit yaitu satu kutipan, namun pada tahun 2021 hingga penelitian ini ditulis artikel Thees telah dikutip sebanyak 21 kutipan. Penelitian Thees membahas mengenai pengembangan dan skenario pembelajaran di laboratorium fisika menggunakan AR terutama menggabungkan komponen pembelajaran nyata dan virtual sesuai dengan prinsip kedekatan spasial dan temporal yang diklaim dapat mendorong pembelajaran dan mengurangi pemrosesan kognitif asing. Thees menerapkan prinsip-prinsip ini pada eksperimen laboratorium fisika dengan menggunakan materi konduksi panas di mana siswa mengukur suhu di sepanjang batang logam yang dipanaskan melalui kamera pencitraan termal. Dalam penelitiannya Thees menggunakan kacamata pintar tembus pandang, yang mana mengubah tampilan objek nyata diubah menjadi representasi virtual yang ditambahkan ke objek terkait dari pengaturan eksperimental, menghasilkan tampilan AR terintegrasi dari data waktu nyata. Hasil penelitian ini

²⁶ Strzys, Kapp, Thees, Klein, Lukowicz, Knierim, Schmidt, and Kuhn, “Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction.”

menunjukkan keunggulan sistem AR dan desain terintegrasi mengenai perolehan pembelajaran, mencapai pengurangan pemrosesan asing selama pertunjukan. Singkatnya, AR fitur yang berguna untuk mewujudkan prinsip-prinsip desain instruksional, tetapi menangani poin penting dari proses pembelajaran²⁷.

H. Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan adalah rangkaian pembahasan yang termuat dan tercakup dalam penelitian disertasi, di mana antara satu bab dengan bab lainnya saling berhubungan secara organik yang tidak bisa dipisahkan antara satu dan lainnya. Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, maka sistematika pembahasan disertasi ini dibagi kedalam beberapa bab yaitu:

1. Bab I, berisi pemaparan data-data yang melatarbelakangi perlunya penelitian ini dilakukan terkait analisis bibliometric pada laboratorium fisika berbasis *Augmented Reality*
2. Bab II, berisi tentang pemaparan dan mendeskripsikan beberapa konsep yang digunakan dalam penelitian sebagai landasan teori. Landasan teori yang digunakan menjelaskan tentang definisi media pembelajaran, definisi *Augmented Reality* dan jenis-jenis nya juga penerapan *Augmented Reality* di Sekolah.
3. Bab III, berisi tentang pemaparan mengenai metode penelitian. Pada bab ini, mengulas tentang tempat penelitian, waktu penelitian, pendekatan dan jenis penelitian dan tahapan pengumpulan data.
4. Bab IV, berisi tentang hasil dan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilakukan. Pada bab ini memaparkan data-data yang diperoleh.

²⁷ Michael Thees et al., "Effects of Augmented Reality on Learning and Cognitive Load in University Physics Laboratory Courses," *Computers in Human Behavior* 108(2020):106316, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>.

5. Bab V, berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan juga berisi saran penelitian serta rekomendasi mengenai judul topik penelitian kedepan.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Teori yang Digunakan

1. Analisis Bibliometrik

Bibliometrik berasal dari kata bibliography dan metrics, biblio memiliki arti buku sedangkan metrics memiliki arti mengukur. Bibliometrik adalah suatu pengukuran atau suatu analisis yang menggunakan pendekatan matematika dan statistika untuk mengukur atau menganalisis suatu buku, atau literatur tertentu.²⁸ Pada awalnya bibliometrik diperkenalkan oleh Pritchard dan Nalimov pada tahun 1969. Pritchard mengatakan bibliometrik sebagai metode yang menggunakan matematika dan statistik terhadap buku dan media komunikasi lainnya.²⁹ Menurut Ganzel (2003) analisis bibliometrik dibagi menjadi tiga komponen yaitu:

- a. *Bibliometrics for bibliometricians*, merupakan domain utama dari sebuah riset bibliometric dan secara tradisional digunakan sebagai metodologi riset.
- b. *Bibliometrics for scientific disciplines (scientific information)*, merupakan peneliti dengan berbagai ilmu yang sangat bervariasi yang dapat diklasifikasikan berdasarkan kelompok menggunakan metode analisis bibliometrik. Mengingat para peneliti ini telah bekerja dan berorientasi secara ilmiah, ketertarikan mereka dan keahlian mereka pun sangat kuat dibidang spesialisnya, sehingga dimungkinkan terjadinya *join borderland* dengan riset kuantitatif dalam penelusuran informasi (*information retrieval*)
- c. *Bibliometric for science policy and management (science policy)*, merupakan domain evaluasi suatu penelitian, karena terdapat banyak sekali topik dalam

²⁸ Diodato, V. (1994). Dictionary of bibliometrics. New York: The Haworth Press

²⁹ Lanzel, W. 2003. Bibliometrics As A Research Field : A course on theory and application of bibliometric indicators. <http://nsdl.niscair.res.in/jspui>.

penelitian. Secara institusional, nasional, regional, struktur dan dari sinilah nantinya akan dapat diperbandingkan.³⁰

Bibliometrik telah diterapkan terutama pada bidang ilmiah dan pada prinsipnya didasarkan pada berbagai elemen metadata seperti penulis, judul, subjek, kutipan dan lain-lain. Yang terkait dengan publikasi ilmiah dalam suatu disiplin ilmu.³¹ Indikator bibliometrik merupakan pengetahuan yang mempunyai peranan untuk mengevaluasi hasil penelitian ilmiah; mengkaji interaksi antara ilmu pengetahuan dan teknologi; menghasilkan pemetaan bidang ilmu; melacak/menelusuri perkembangan pengetahuan baru dalam bidang tertentu; serta merupakan indikator di masa depan dalam memberikan keuntungan yang lebih kompetitif dan dalam membuat rencana strategis. Indikator bibliometrik dihitung dalam periode waktu tertentu, biasanya sekitar 3-5 tahun.³² Jenis analisis ini menjadi sebuah indikator yang sangat berguna dari tren produktivitas ilmiah, penekanan penelitian dari berbagai aspek juga preferensi peneliti untuk publikasi.³³ Bibliometrik juga dapat didefinisikan sebagai organisasi, klasifikasi dan evaluasi kuantitatif dari pola publikasi komunikasi makro beserta kepenulisannya melalui perhitungan matematis dan statistik.³⁴ Secara garis besar analisis

³⁰ Ianzel, W. 2003. *Bibliometrics As A Research Field : A course on theory and application of bibliometric indicators*. <http://nsdl.niscair.res.in/jspui>.

³¹ Engkos Koswara Natakusumah, "Bibliometric Analysis Of The Inkom Journal (Analisis Bibliometrik Jurnal Inkom)," *Jurnal Dokumentasi Dan Informasi* 36, no. 1 (2016): 1, <https://doi.org/10.14203/j.baca.v36i1.199>.

³² Devos, Patrick. 2011. *Research and Bibliometrics: A Long History*. Clinics and Research in

Hepatology and Gastroenterology, Volume 35, Issue 5, May, 336-337.

³³ Jacobs, D. 2001. "A Bibliometric Study of the Publication Patterns of Scientists in South Africa 1992-1996, with Particular Reference to Status and Funding". *Information Research*, 6 (3): 104.

³⁴ Sengupta, I.N. 1974. "Choosing Microbiology Periodical Study of Growth of Literature in the Field". *Annals of Library science Documentation*, 21 (3): 95 – 111.

bibliometrik merupakan suatu metode pengukuran yang digunakan untuk mencari pola sistematik dari berbagai jenis literature untuk sebuah tema tertentu.

Konsep utama dari analisis bibliometrik adalah pengukuran output seperti jumlah kutipan dalam suatu penelitian, dan *research impact* dari penelitian yang mengusung tema tertentu. Namun untuk mendukung pencarian pola sistematis tersebut, diperlukan jenis data yang sesuai. Setelah data-data yang diperlukan untuk penelitian terkumpul, barulah peneliti akan melakukan analisis terhadap semua artikel yang ada dalam database dengan menggunakan beberapa indikator seperti jumlah publikasi, asal artikel, tahun publikasi, penerbit artikel, jumlah sitasi artikel, nama instuisi, negara asal artikel bahasa dan lain sebagainya.³⁵

Tujuan analisis bibliometrik adalah menerangkan mengenai suatu proses komunikasi tertulis dan sifat serta arah pengembangan secara deskriptif perhitungan dan analisis berbagai faset dalam komunikasi. Bibliometrik dapat memberikan penjelasan tentang proses komunikasi tertulis dan perkembangannya dalam sebuah disiplin ilmu. Analisis bibliometrik disarankan sebagai metode pelengkap untuk setiap penelitan tinjauan literatur karena memberikan pendekatan yang lebih objektif untuk mengskplorasi tren penelitian dan mengevaluasi kinerja penelitian.³⁶ Terdapat tiga hukum dalam analisis bibliometrik yaitu hukum Lotka, hukum Zift, dan yang terakhir hukum Bradford. Hukum Lotka digunakan untuk mengetahui produktivitas publikasi dari penulis, hukum Zift digunakan untuk menghitung peringkat kata dan frekuensi

³⁵ Ajeng Tita et al., “Sustainability Reporting : Sebuah Analisis Bibliometrik Pada Database Scopus,” *Journal of Applied Accounting and Taxation* 5, no. 2 (2020): 137–57.

³⁶ Zupic, I., & C ater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429 – 472.

dalam literatur. Dan yang terakhir adalah ukum Bradford digunakan untuk menentukan jurnal inti.³⁷

Analisis bibliometrik menjadi tren penelitian yang banyak diminati karena penelitian ini dapat memberikan peluang serta gambarn untuk penelitian di masa depan, sehingga untuk suatu topik tertentu yang masih belum banyak diteliti, peneliti biasanya akan mencari tinjauan literatur atau analisis bibliometriknya terlebih dahulu untuk menemukan novelty atau peluang penelitian.³⁸ Beberapa manfaat dari analisisbibliometrik antarlain adalah³⁹ :

- a. Mengetahui majalah inti dalam berbagai disiplin ilmu.
- b. Mengetahui arah dan tren imlu pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu.
- c. Memperkirakan kelengkapan literatur sekunder.
- d. Mengetahui berbagai subjek atau bidang dari berbagai disiplin ilmu.
- e. Mengetahui kepengarangan.
- f. Meramalkan arah perkembangan ilmu pengetahuan masa lalu dan masa mendatang.
- g. Mengatur arus masuk informasi dan komunikasi.
- h. Mengkaji keusangan dan penyebaran literatur ilmiah.
- i. Meramalkan produktivitas penerbit pengarang, organisasi, negara atau seluruh disiplin ilmu.

Menggunakan bibliometrik sebagai metode analisis memberikan keuntungan untuk melihat peluang penelitian karena metode bibliometric memperkirakan seberapa besar pengaruh suatu topik untuk penelitian dimasa mendatang, bagaimana kepadatan publikasinya dan produktivitas

³⁷ Dukarina Idhani yupi Royani, “Analisis Bibliometrik Jurnal Marine Research in Indonesia 1,” *Marine Research* 25, no. 4 (2018): 63–68.

³⁸ Amerika James, Mckeen Cattell, and Science Amerika, “The Origin of Bibliometrics,” *Scientometrics* 68, no. 1 (2006): 109–33.

³⁹ Ishak (2008). Pengelolaan Perpustakaan Berbasis Teknologi Informasi, Jurnal Study Perpustakaan dan Informasi, 4 (2) Desember 2008.

pertumbuhan artikel di setiap tahunnya. Selain itu bibliometrik dapat menentukan peluang dengan melihat seberapa banyak suatu artikel itu dikutip setelah publikasinya.⁴⁰

2. Media Pembelajaran

a. Definisi Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa Latin *medius* yang secara harfiah memiliki arti “tengah”, “perantara” atau pengantar. Dalam bahasa Arab media adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan.⁴¹ Apabila dipahami secara garis besar media adalah manusia, materi atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Dalam pengertian ini, guru, buku teks, dan lingkungan sekolah merupakan media.

Secara lebih khusus pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, photografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal.⁴² Asosiasi Teknologi dan Komunikasi Pendidikan (*Association of Education and Communication Technologi/AECT*) di Amerika membatasi media sebagai segala bentuk dan saluran yang digunakan orang untuk menyalurkan pesan dan informasi.⁴³ Media terdiri dari

⁴⁰ I Diane Cooper, “Bibliometrics Basics Bibliometrics Basics,” *Medical Librar Association* 4, no. August (2018): 217–18, <https://doi.org/10.3163/1536-5050.103.4.013>.

⁴¹ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*, ed. Asfah Rahman, 1st ed. (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2005).

⁴² Gerlach, V.G. dan Ely, D.P. 1971. *Teaching and media. A systematic approach*. Englewood cliffs : Prentice-hall, inc.

⁴³ Arief S. Sadiman et al., *Media Pendidikan : Pengertian, Pengembangan, Dan Pemanfaatannya*, ed. Sinwari Natakusumah, 1st ed. (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2009).

berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsang siswa untuk belajar.⁴⁴

b. Landasan Teoritis Media Pembelajaran

Pemerolehan pengetahuan dan keterampilan, perubahan-perubahan sikap dan perilaku dapat terjadi karena interaksi antara pengalaman baru dengan pengalaman yang pernah dialami sebelumnya. Terdapat tiga tingkatan utama modus dalam belajar, yaitu pengalaman langsung (*enactive*), pengalaman pictorial/gambar (*iconic*) dan pengalaman abstrak (*symbolic*).⁴⁵ Pengalaman langsung artinya mengajarkan, misalnya, arti kata ‘simpul’ dapat dipahami dengan langsung membuat simpul. Pada tingkatan kedua yaitu *iconic* artinya gambar, kata “simpul” dipelajari dari gambar, lukisan, foto ataupun film.

Meskipun siswa belum pernah mengikat tali untuk membuat sebuah simpul tapi dengan mempelajari dan melihat contoh pada gambar atau video pembuatan simpul mereka dapat memahaminya. Selanjutnya pada tingkatan simbol, siswa akan membaca atau mendengar kata “simpul” dan mencoba mencocokkannya dengan simpul pada image mental atau dengan pengalamannya. Ketiga tingkat pengalaman ini saling berinteraksi satu sama lain untuk memperoleh suatu pengetahuan, keterampilan atau sikap yang baru.⁴⁶

c. Fungsi Dan Manfaat Media Pembelajaran

Dalam suatu kegiatan belajar mengajar media pembelajaran merupakan komponen penting yang harus dipersiapkan sebelum memulai pelajaran. Pemakaian media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat meningkatkan minat dan keinginan siswa, merangsang

⁴⁴ Robert Gagne. “ *Characteristics of Media Selection Models.*” Dalam review of educational research, winter 1982, vol 52, no.4, hal 499-512

⁴⁵ Bruner, Jerome. S. 1996. *Toward a theory of instruction*. Cambridge : Harvard University

⁴⁶ Arsyad, *Media Pembelajaran*.

motivasi belajar, dan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa. Penggunaan media pembelajaran pada tahap orientasi pembelajaran siswa akan sangat membantu keefektifan proses belajar, penyampaian pesan dan informasi pada saat itu. Selain membangkitkan motivasi dan minat siswa, media pembelajaran juga dapat membantu siswa meningkatkan pemahaman, menyajikan data dengan menarik, memudahkan penafsiran data dan memadatkan informasi.⁴⁷ Terdapat empat fungsi media pembelajaran, khususnya media visual, Adapun fungsi tersebut adalah sebagai berikut :

1) Fungsi atensi

Media visual merupakan inti, yaitu menarik dan mengarahkan perhatian siswa untuk berkonsentrasi pada isi pelajaran yang berkaitan dengan makna visual yang ditampilkan.

2) Fungsi afektif

Media visual yang dapat terlihat dari tingkat kenikmatan siswa. Ketika belajar atau membaca teks yang bergambar atau visual dapat merubah emosi dan sikap siswa.

3) Fungsi kognitif

Media visual terlihat dari temuan-temuan penelitian yang mengungkapkan bahwa lambing visual atau gambar memperlancar pencapaian, tujuan untuk memahami dan mengingat informasi atau pesan yang terkandung di dalam gambar.

4) Fungsi kompensatoris

Media pembelajatan yang terlihat dari hasil penelitian bahwa media visual memberikan konteks untuk memahami teks dan membantu siswa yang lemah dalam membaca untuk mengorganisasikan informasi dalam teks dan mengingatnya Kembali. Dengan kata

⁴⁷Oemar Hamalik, *Media Pendidikan*, 7th ed. (Bandung: PT. Citra Aditya Abadi, 1994).

lain media pembelajaran berfungsi untuk mengakomodasikan siswa yang lemah dan lambat menerima dan memahami isi pelajaran yang disajikan teks atau buku secara verbal.⁴⁸

Media pembelajaran berfungsi untuk tujuan instruksi dimana informasi yang terdapat dalam media itu harus melibatkan siswa baik secara fisik ataupun mental. Manfaat menggunakan media pembelajaran sebagai bagian dari integral pembelajaran di kelas atau sebagai cara utama pembelajaran langsung adalah sebagai berikut :

- 1) Penyampaian pelajaran mejadi lebih baku. Setiap pelajaran yang melihat atau mendengar penyajian melalui media menerima pesan yang sama. Meskipun guru menafsirkan isi pelajaran dengan cara yang berbeda, dengan penggunaan media, ragam perbedaan hasil tafsiran itu akan dapat dikurangi sehigga informasi yang didapatkan sama.
- 2) Pembelajaran bisa lebih menarik. Media dapat diasosiasikan sebagai penarik perhatian dan membuat siswa tetap terjaga dan memperhatikan. Kejelasan dan keruntutan pesan , daya tarik dari gambar, penggunaan efek khusus yang dapat merangsang rasa ingin tahu, dan menyebabkan siswa terhibur serta berfikir. Semua ini menunjukan media memiliki aspek memotivasi dan meningkatkan minat belajar.
- 3) Pembelajaran menjadi lebih interaktif degan diterapkannya teori belajar dan prinsip-prinsip psikologis yang diterima dalam hal partisipasi siswa, umpan balik dan penguatan.
- 4) Mempersingkat waktu pembelajaran, karena menggunakan media pembelajaran cukup dengan

⁴⁸ W. Howard Levi and Diane Levie, "Pictorial Memory Processes," *AVCR* 23 (1975): 81-97.

menampilkan dan menerangkan materi yang terdapat pada media saja

- 5) Kualitas hasil belajar dapat ditingkatkan.
- 6) Pembelajaran dapat diberikan kapan dan dimana saja yang diinginkan. Terutama apabila media dirancang untuk penggunaan individu.
- 7) Meningkatkan sikap positif siswa selama proses belajar mengajar
- 8) Perubahan peran guru yang mengarah lebih ke arah positif, beban guru untuk menjelaskan materi sedikit berkurang saat guru dapat memusatkan pembelajaran pada media yang digunakan. Sehingga guru dapat memperhatikan aspek penting lain selama proses belajar.⁴⁹

d. Ciri-ciri Media Pembelajaran

Media pembelajaran digunakan untuk memudahkan guru dalam menyampaikan materi pembelajaran. Media pembelajaran yang baik tentu saja memenuhi kriteria dari tujuan media pembelajaran itu sendiri. Namun untuk mengetahui media pembelajaran yang baik kita perlu mengenali berdasarkan karakteristik dari media itu sendiri. Terdapat tiga ciri media yang merupakan petunjuk mengapa media digunakan dan apa saja yang dapat dilakukan oleh sebuah media pembelajaran yang tidak dapat seorang guru lakukan.

1) Ciri fiksatif

Ciri ini menggambarkan kemampuan media merekam, menyimpan, melestarikan dan mengkonstruksi suatu peristiwa atau objek. Suatu peristiwa atau objek dapat diurut dan disusun kembali dengan media seperti fotografi, video tape, audio tape, disket komputer, dan film. Dengan ciri fiksatif ini, media memungkinkan suatu rekaman atau objek terjadi

⁴⁹ J.E. Kemp and D.K. Dauton, *Planning and Producing Instructional Media*, Fifth Edit (New York: Harper & Row, Publisher, 1985).

akan langsung di transportasi tanpa batas waktu tertentu.

2) Ciri manipulatif

Trasnformatif suatu kejadian atau objek dimungkinkan karena media memiliki ciri manipulatif. Kejadian yang memerlukan waktu sehari-hari dapat kita saksikan kembali hanya dalam waktu beberapa menit saja dengan teknik pengambilan gambar *time lapse recording*. Disamping dapat dipercepat suatu kejadian juga dapat diperlambat dengan menggunakan teknik pengambilan gambar yang berbeda. Selain itu media (rekaman video atau audio) dapat diedit sehingga guru hanya menampilkan bagian-bagian penting dari suatu materi pembelajaran dan menampilkan hanya bagian-bagian yang diperlukan saja.

3) Ciri distributif

Ciri didtributif dari media memungkinkan sesuatu objek atau kejadian ditransfortasikan melalui ruang, dan secara bersamaan kejadian tersebut disajikan kepada sebagian besar siswa dan stimulus pengalaman yang relatif sama mengenai kejadian itu. Distribusi media tidak terbatas hanya satu kelas tetapi dalam bentuk rekaman video, audio, disket komputer dapat tersebarluaskan kapanpun tanpa batas waktu tertentu. Sekali informasi direkam dalam format media apasaja maka akan dapat di salin dan diproduksi untuk beberapakali dan siap untuk digunakan secara bersamaan diberbgai tempat atau digunakan secara beulang-ulang di suatu tempat tertentu. Konsistensi informasi yang telah direkam terjamin sama dengan aslinya.⁵⁰

⁵⁰ V.G. GERALCH and D.P. ELY, *Teaching and Media. A Systematic Approach* (Englewood Cliffs: Prentice-Hall,inc., 1971).

e. Pengenalan Beberapa Media Pembelajaran

Sebagai mana yang telah di uraikan oleh definisi media pembelajaran, media pembelajaran merupakan komponen instruksional yang meliputi pesan, orang dan peralatan. Dalam perkembangannya media pembelajaran mengikuti perkembangan teknologi. Teknologi tertua yang telah dimanfaatkan untuk proses belajar mengajar adalah percetakan, percetakan bekerja atas dasar prinsip mekanis. Selanjutnya lahirlah teknologi audio-visual yang menggabungkan penemuan mekanis dan elektronis untuk tujuan pembelajaran. Setelahnya muncul teknologi yang mikroprosesor yang melahirkan penggunaan komputer dan kegiatan interaktif.⁵¹ Berdasarkan perkembangan teknologi media pembelajaran terbagi menjadi empat kelompok.

1) Teknologi cetak

Teknologi cetak adalah cara untuk menghasilkan atau menyampaikan materi, seperti buku dan materi visual statis terutama melalui proses percetakan mekanis atau fotografis. Kelompok media hasil teknologi cetak meliputi teks, grafik, foto atau representatif fotografik dan reproduksi. Dua komponen penting dalam teknologi ini adalah materi teks verbal dan materi visual yang dikembangkan berdasarkan teori yang berkenaan dengan persepsi visual, membaca, memproses informasi dan teori belajar.

2) Teknologi audio-visual

Teknologi audio-visual adalah cara menghasilkan atau menyampaikan materi dengan cara menggunakan mesin mekanis dan elektronis untuk menyampaikan pesan-pesan audio dan visual. Media ini menggunakan perangkat keras selama proses pembelajaran, seperti mesin proyektor, tape recorder

⁵¹ B.B. Seels and R.C Richey, *Instructional Technology : The Definition and Domain of the Field* (Washington DC: Association for Educational Communication and Technology, 1994).

dan proyektor visual yang lebih luas. Jadi pengajaran menggunakan teknologi ini berfokus pada penyerapan materi melalui pandangan dan pendengaran dan tidak sepenuhnya bergantung pada pemahaman simbol-simbol.

3) Teknologi berbasis komputer

Teknologi berbasis komputer merupakan cara menghasilkan materi dengan menggunakan sumber-sumber yang berbasis mikro-prosesor. Perbedaan produk dari media ini dibandingkan dengan yang lain adalah karena informasinya disimpan dalam bentuk digital, bukan dalam bentuk cetakan atau visual. Berbagai jenis aplikasi teknologi berbasis komputer dalam pembelajaran umumnya dikenal sebagai *computer assisted instruction* (pembelajaran dengan menggunakan komputer). Apabila dilihat dari penyajian dan tujuannya aplikasi ini meliputi *tutorial* (penyajian materi secara bertahap), *drills and practice* (latihan untuk membantu siswa menguasai materi sebelumnya), permainan dan simulasi, dan basis data.

Pembelajaran berbasis komputer merupakan program pembelajaran dengan menggunakan *software* komputer (CD pembelajaran) berupa program komputer yang berisi tentang muatan pembelajaran meliputi: judul, tujuan, materi pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran.⁵² Komputer berperan sebagai manager dalam proses pembelajaran yang dikenal dengan nama *computer managed instruction* (cmi). Selain itu komputer membantu dalam penyajian informasi tambahan dalam materi belajar, pelaksanaan latihan soal dan dapat juga keduanya. Kemampuan ini dikenal dengan istilah *computer assisted instruction* (cai). CAI mendukung pembelajaran dan pelatihan

⁵² Rohani, *Diktat Media Pembelajaran* (UIN Sumatra Utara: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, 2019).

tetpi bukan untuk penyampaian utama suatu materi pembelajaran.⁵³

Sistem komputer dapat menyampaikan pembelajaran secara individual dan langsung kepada para siswa dengan cara berinteraksi dengan mata pelajaran yang diprogramkan ke dalam sistem komputer, inilah yang disebut dengan pembelajaran berbasis komputer. Secara konsep pembelajaran berbasis komputer adalah bentuk penyajian bahan-bahan pembelajaran dan keahlian atau keterampilan dalam satuan unit-unit kecil, sehingga mudah dipelajari dan dipahami oleh siswa. Pembelajaran menggunakan komputer merupakan suatu bentuk pembelajaran yang menempatkan komputer sebagai piranti sistem pembelajaran individual, di mana siswa dapat berinteraksi langsung dengan sistem komputer yang sengaja dirancang atau dimanfaatkan oleh guru. Kontrol pembelajaran dalam pembelajaran berbasis komputer ini sepenuhnya ada ditangan siswa (*student center*), karena pembelajaran berbasis komputer menerapkan pola pembelajaran bermedia, yaitu secara utuh sejak awal hingga akhir menggunakan piranti sistem komputer.⁵⁴

4) Teknologi gabungan

Teknologi gabungan adalah cara untuk memperoleh materi yang menggabungkan pemakain beberapa media dan dikendalikan oleh komputer. Perpaduan teknologi ini dianggap yang paling canggih apabila dikendalikan oleh komputer dengan kemampuan hebat seperti jumlah *random acces memory* yang cukup besar, dan *hard disk* yang besar, monitor yang memiliki resolusi tinggi, ditambah dengan periperal alat tambahan seperti *videodisc*

⁵³ Arsyad, *Media Pembelajaran*.

⁵⁴ Rohani, *Diktat Media Pembelajaran*.

player, perangkat keras untuk bergabung menjadi satu jaringan, dan sistem audio.⁵⁵

3. Teknologi *Augmented Reality* (AR)

a. Sejarah perkembangan *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) ditampilkan pertama kali sekitar tahun 1950-an ketika seorang sinematografer Morton Heilig menganggap sinema adalah aktivitas yang memiliki kemampuan menarik pemirsa untuk terlibat langsung dengan aktivitas pada layar dengan menggunakan indranya secara efektif. Pada tahun 1961 Heilig kemudian mewujudkan visinya dengan membangun prototipe yang telah ia gambarkan pada tahun 1955 dalam “*The Cinema of the Future*” kemudian dinamai sensorama.⁵⁶ Pada tahun 1966 seorang pelopor komputer grafis Ivan Sutherland membuat sebuah 28ayer yang dapat dipasangkan dikepala.⁵⁷ Kemudian pada tahun 1968 Ivan Sutherland dan mahasiswanya di Universitas Harvard dan Universitas Utah membuat prototipe pertama dari *Augmented Reality* menggunakan tampilan optik⁵⁸ yang dapat dikenakan dikepala untuk menampilkan gambar tiga dimensi (3D).⁵⁹ Lalu pada tahun 1975 Myron Krueger menciptakan *videoplace* yang merupakan sebuah

⁵⁵ Seels and Richey, *Instructional Technology : The Definition and Domain of the Field*.

⁵⁶ Wikipedia, the free encyclopedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Sensorama>, Sensorama, 2009.

⁵⁷ D.W.F. Van Krevelen and R Poelman, “A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations,” *International Journal of Virtual Reality*9,no.2(January1,2010):1–20, <https://doi.org/10.20870/IJVR.2010.9.2.2767>.

⁵⁸ H. Tamura, H. Yamamoto, and A. Katayama. Mixed reality: Future dreams seen at the border between real and virtual worlds. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6):64–70, Nov./Dec. 2001.

⁵⁹ Julie Carmigniani and Borko Furht, *Handbook of Augmented Reality*, ed. Borko Furht, 1st ed. (New York, NY: Springer New York, 2011), <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6>.

ruang yang memungkinkan para pengguna untuk berinteraksi langsung dengan objek virtual untuk pertamakalinya.

Kemudian Tom Caudell dan David Mizell menciptakan istilah *Augmented Reality* (AR) seperti yang kita dengar sekarang dan mulai membahas bagaimana keuntungan yang diberikan dan membandingkannya dengan *Virtual Reality* (VR)⁶⁰. Di tahun yang sama LB Rosenberg mengembangkan 29 AR pertama yang disebut “Perlengkapan Virtual” dan mendemonstrasikannya dengan melihat keuntungannya untuk kinerja manusia. Sementara Steven Feiner, Blair MacIntyre dan Doree Seligmann mempresentasikan sebuah makalah besar yang membahas mengenai prototipe AR tetapi rangkaian dari dunia virtual realitas belum ditentukan hingga pada tahun 1994 Paul Milgran dan Fumio Kishino menyatakan AR sebagai kontinum yang membentang mendekati dunia lebih realistis.

Dan pada tahun 1997, Ronald Azzuma menulis artikel peratamannya mengenai AR, dalam artikel nya Azzuma mengakui secara luas bahwa AR merupakan kombinasi dari lingkungan nyata dan lingkungan virtual saat menggabungkan teknologi 3D dan interaktif sadal satu waktu. Percobaan pertama pada teknologi AR pada game seluler yaitu *ARQuake* yang dikembangkan oleh Bruce Thomas pada tahun 2000. Selanjutnya pada tahun 2005, Laporan Horizon memprediksi bahwa teknologi AR akan terus berkembang pesat 4-5 tahun kedepan dan untuk mengkonfirmasi prediksi tersebut pada tahun yang sama dikembangkan system kamera yang dapat menganalisis lingkungan fisik secara *real time* dan menjadi dasar kameran untuk mengintegrasikan objek virtual dengan realitas di dalamnya. Pengembangan pertama menggunakan teknologi AR yaitu pada *ARToolKit* yang dikembangkan pada tahun 1999 oleh Hirokazu Kato dari Institut Sains dan Teknologi

⁶⁰ Wikipedia, the free encyclopedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality, Augmented Reality, 2010.

Nara dan dirilis oleh Universitas dari Washington HIT Lab, yang merupakan perpustakaan pelacakan visi komputer yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi AR. Perangkat Ini menggunakan kemampuan pelacakan video untuk menghitung secara real time posisi dan orientasi kamera yang sebenarnya relatif terhadap fisik spidol. Setelah posisi kamera sebenarnya diketahui, kamera virtual dapat ditempatkan diposisi yang sama persis dan model grafik komputer 3D dapat digambar ke overlay penanda. Versi lanjutan dari ARToolKit adalah ARToolKitPlus, yang ditambahkan banyak fitur di ARToolKit, terutama API berbasis kelas, namun tidak lagi dikembangkan dan sudah memiliki penerus: Studierstube Tracker⁶¹. Ditahun-tahun berikutnya teknologi dan aplikasi AR kian banyak dikembangkan terutama dengan aplikasi seluler, seperti *Wikitude AR travel Guide* yang diluncurkan pada tahun 2008.⁶² Hingga saat ini teknologi AR sudah merambah ke berbagai bidang terutama pendidikan dan terus berkembang.⁶³

b. *Augmented Reality* (AR)

Augmented Reality (AR) dapat didefinisikan sebagai teknologi yang menggabungkan antara lingkungan maya dua dimensi atau tiga dimensi kedalam lingkungan yang nyata tiga dimensi lalu memproyeksikannya secara *real-time*.⁶⁴ Pada dasarnya AR dapat dikatakan mirip dengan VR (*Virtual*

⁶¹ Ronald T Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, no. 4 (August 1997): 355–85, <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>.

⁶² Van Krevelen and Poelman, "A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations."

⁶³ Patrick M. O'Shea, "Augmented Reality in Education," *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations* 3, no. 1 (January 2011): 91–93, <https://doi.org/10.4018/jgcms.2011010108>.

⁶⁴ Danakorn Nincarean Eh Phon et al., "Augmented Reality: Effect on Conceptual Change of Scientific," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics* 8, no. 4 (2019): 1537–44, <https://doi.org/10.11591/eei.v8i4.1625>.

Reality) dan juga *Telepresence*, jika pada teknologi VR lingkungannya buatan dan pada *Telepresence* merupakan lingkungan yang nyata maka pada teknologi AR penggunaanya dapat melihat lingkungan nyata dan ditambahkan dengan objek buatan. Adapun aspek dalam definisi mengenai AR harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1) Menggabungkan objek nyata dan virtual dalam lingkungan nyata.
- 2) Meregistrasi (menyelaraskan) objek nyata dan virtual satu sama lain.
- 3) Dan berjalan secara interaktif, dalam tiga dimensi (3D), dan dalam waktu nyata.⁶⁵

Ketiga karakteristik dari komponen ini sangat penting untuk disebutkan dalam definisi mengenai AR. Petrama karena aspek ini tidak terbatas untuk tampilan teknologi tertentu seperti untuk tampilan AR yang dipasangkan dikepala. Begitupula dengan definisinya tidak terbatas hanya pada indra pengelihatannya saja, karena AR sangat berpotensi untuk dirasakan oleh semua indra, termasuk pendengaran, sentuhan bahkan penciuman.⁶⁶ Dalam konteks yang lebih luas AR merupakan suatu upaya terbaru oleh para ilmuwan dan insinyur untuk membuat antar muka komputer tidak terlihat dan meningkatkan interaksi pengguna dengan dunia nyata⁶⁷. Tujuan utama 31 ayat 31 AR adalah untuk meningkatkan realitas dengan konten digital dengan cara non-imersif yang artinya dalam system AR tampilan dapat

⁶⁵ Ronald Azuma, Yohan Baillot, Reinhold Behringer, Steven Feiner, Simon Julier, and Blair MacIntyre. Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 21(6):34–47, 2001.

⁶⁶ Julie Carmigniani et al., “Augmented Reality Technologies, Systems and Applications,” *Multimedia Tools and Applications* 51, no. 1 (January 14, 2011): 341–77, <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>.

⁶⁷ Jun Rekimoto and Yuji Ayatsuka. Cybercode: designing augmented reality environments with visual tags. In *Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments*, pages 1–10. ACM, 2000.

menjadi tidak imersif dengan bidang pandang atau *field of view* (FOV) yang lebih kecil dan menggunakan grafik minimal. Bidang pandangnya adalah jumlah ruang visual pengguna yang diisi dengan grafik komputer dan sebagainya semakin besar FOV semakin tinggi tingkat perendamannya.⁶⁸ Cara kerja teknologi AR dalam merelaisasikan objek kedalam lingkungan yang nyata adalah sebagai berikut :

- 1) Perangkat sebagai masukan menangkap gambar (penanda) dan mengirimkannya ke *processor*.
- 2) Perangkat lunak dalam *processor* mengolah gambar dan mencari suatu pola.
- 3) Perangkat lunak menghitung posisi pola untuk mengetahui dimana posisi pola obyek virtual akan diletakkan.
- 4) Perangkat lunak mengidentifikasi pola dan mencocokkannya dengan informasi yang dimiliki perangkat lunak.⁶⁹

c. Perbedaan *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR)

Dalam *virtual reality* (VR), persepsi pengguna tentang realitas sepenuhnya didasarkan pada informasi virtual. Namun dalam *Augmented Reality* (AR), pengguna mendapatkan informasi tambahan dari komputer untuk meningkatkan persepsi pengguna tentang realitas nyata.⁷⁰ Misalnya dalam arsitektur VR dapat digunakan untuk membuat simulasi *walk-through* dari bagian dalam sedangkan AR dapat digunakan untuk menunjukan struktur dan system

⁶⁸ Carmigniani and Furht, *Handbook of Augmented Reality*.

⁶⁹ Permana, Aji Prayudha., Nurhayanti, Oky Dwi., dan Martono, Kurniawan Teguh. 2016. *Perancangan dan Implementasi Augmented Reality Pemantauan Titik Reklame Kota Semarang Menggunakan QR-Code Berbasis Android*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer. Vol. 4 No. 2. e-ISSN: 2338-0403.

⁷⁰ Carmigniani, Julie; Furht, Borko; Anisetti, Marco; Ceravolo, Paolo; Damiani, Ernesto; Ivkovic, Misa (1 Januari 2011). "Teknologi, sistem, dan aplikasi augmented reality". *Alat dan Aplikasi Multimedia* . **51** (1):341–377. doi : 10.1007/s11042-010-0660-6 . ISSN 1573-7721 . S2CID 432551

bangunanyang ditampilkan kedalam lingkungan nyata. AR memiliki perbedaan dengan VR dalam merealisasikan lingkungan nyata, dalam AR lingkungan di sekitarnya merupakan lingkungan yang sebenarnya dan AR hanya menambahkan objek virtual kedalam lingkungan tersebut. Sedangkan dalam VR, lingkungan sekitarnya merupakan lingkungan virtual. VR dapat digunakan dengan bantuan alat khusus sedangkan untuk AR tidak memerlukan alat khusus untuk menggunakannya. Contoh penggunaan AR yaitu pada game Pokemon GO sedangkan untuk VR dapat kita lihat contohnya pada Game 3D yang menggunakan kacamata VR juga *microfon*.⁷¹

d. *Komponen Augmented Reality (AR)*

Dalam perancangan teknologi AR tentunya diperlukan komponen-komponen utama yang diperlukan untuk pembuatan dan pengembangan aplikasi nya. Adapun komponen tersebut adalah sebagai berikut :

1) *Komputer*

Komputer berfungsi sebagai perangkat yang digunakan untuk mengendalikan semua proses yang akan terjadi dalam sebuah aplikasi penggunaan komputer ini disesuaikan dengan kondisi dari aplikasi yang akan digunakan. Kemudian untuk output aplikasi akan ditampilkan melalui layar monitor maupun layar pada ponsel.

2) *Marker*

Marker berfungsi sebagai gambar yang akan digunakan komputer untuk proses tracking pada saat aplikasi digunakan. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi dari marker dan akan menciptakan objek virtual yang berupa objek 3D.

⁷¹Timothy Jung and M Claudia Dieck, *Augmented Reality and Virtual Reality*, ed. Philipp A. Rauschanable, 1st ed. (Switzerland: Springer, 2019), <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-37869-1>.

3) Kamera

Kamera merupakan perangkat yang berfungsi sebagai recording sensor. Kamera terhubung dengan komputer dan akan memproses image yang ditangkap oleh kamera. Apabila kamera menangkap image yang mengandung marker, maka aplikasi yang ada di komputer akan mengenali marker. Selanjutnya komputer akan mengkalkulasikan posisi dan jarak 33 marker tersebut. Lalu, komputer akan menampilkan objek 3D di atas marker tersebut. Secara umum AR berfungsi untuk memvisualisasikan suatu objek dalam waktu yang bersamaan (*realtime*).⁷²

e. Perangkat keras *Augmented Reality* (AR)

Dalam penggunaanya teknologi AR tentu tidak lepas dari *hardware* untuk mengaksesnya. Berbeda dengan VR yang menggunakan kacamata 3D untuk menggunakannya, teknologi AR menggunakan komponen perangkat keras seperti prosesor, *display*, sensor dan *input device*. Selain itu AR juga dapat diakses menggunakan perangkat komputasi modern seperti *smartphone* dan *tablet*, kedua perangkat ini biasanya sudah menyertakan sensor kamera juga sistem mikroelektromagnetis seperti GPS, akselerometer, dan kompas *solid state* yang menjadikan kinerja AR lebih sesuai dengan kebutuhan perangkatnya.

f. Tampilan *Augmented Reality* (AR)

Augmented reality (AR) memiliki berbagai jenis tampilan yang bergantung pada komponen penyusun juga

⁷² Mark Billinghurst, Adrian Clark, and Gun Lee, "A Survey of Augmented Reality," *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction* 8, no. 2-3 (2015): 73-272, <https://doi.org/10.1561/11000000049>.

cara penggunaanya. Adapun tampilan AR adalah sebagai berikut :

1) *Augmented Reality* (AR) berbasis Berbasis video

Tampilan AR berbasis video menggunakan proses digital untuk menggabungkan tampilan virtual gambar dengan video tampilan dunia nyata. Jenis tampilan lebih dulu mendigitalkan pemandangan dunia nyata menggunakan sistem kamera video, sehingga file gambar lingkungan nyata dapat digabungkan dengan yang diberikan citra virtual scene menggunakan teknik pengolahan citra digital. Dalam banyak kasus, kamera video dipasang di bagian belakang layar, menghadap ke pemandangan dunia nyata, yang dilihat pengguna pada saat menonton layar. Jenis tampilan ini menciptakan ilusi digital melihat dunia nyata, maka dari itulah disebut tampilan “video tembus pandang”. Tampilan AR berbasis video adalah sistem yang paling banyak digunakan karena perangkat keras yang tersedia. Saat kamera digital menjadi populer di berbagai bidang jenis perangkat komputasi, visualisasi AR berbasis video dapat dengan mudah diimplementasikan pada PC atau laptop menggunakan webcam dan bahkan baru-baru ini smartphone dan komputer tablet. Video berbasis AR juga memiliki keunggulan karena mampu akurat mengontrol proses menggabungkan gambar tampilan nyata dan virtual.

Masalah yang sering terjadi dalam penggunaan tampilan AR berbasis video adalah pandangan tidak langsung dari dunia nyata. Karena pandangan dunia nyata disediakan oleh gambar video yang diambil melalui kamera, oleh karena itu memiliki keterbatasan dalam hal resolusi, distorsi, penundaan, dan perpindahan mata. Masalah ini bisa menjadi serius dalam aplikasi yang menuntut keselamatan di mana pengguna harus langsung dapat melihat objek nyata yang jelas. Ada upaya untuk menguranginya masalah, seperti

menggunakan kamera dengan resolusi lebih tinggi dan lebih cepat tanggal rate, membatalkan distorsi gambar saat rendering, dan menggunakan khusus merancang system optik agar sesuai dengan perpindahan mata. Namun, akan ada sejumlah batasan dibandingkan dengan jenis tampilan AR lainnya.

Batasan dari tampilan AR berbasis video membutuhkan lebih banyak pertimbangan. Sementara itu kemajuan terbaru dalam perangkat keras komputasi dibuat bahkan ponsel dapat menjalankan aplikasi AR secara *real time*, dibandingkan ke jenis tampilan lain yang menggunakan sistem optik untuk komposisi gambar. Oleh karena itu, AR berbasis video membutuhkan lebih banyak daya komputasi untuk digabungkan gambar tampilan nyata dan virtual.⁷³

2) Berbasis Optik tembus pandang (*See-Through Optic*)

Tampilan AR berbasis optik tembus pandang biasanya menggunakan sistem optik untuk menggabungkan gambar tampilan virtual dengan tampilan dunia nyata. Sistem optik yang digunakan biasanya mencangkup pemisah sinar seperti setengah cermin atau gabungan prisma. *Head up display* (HUD) di kokpit pesawat atau mobil modern adalah contoh tampilan AR tembus pandang optik yang menggunakan sinar pemisah. Film proyeksi transparan adalah jenis lain dari komponen optik digunakan untuk tampilan AR optik tembus pandang. Jenis film proyeksi ini tidak hanya menyebarkan cahaya untuk menampilkan gambar yang diproyeksikan, tetapi juga semi-transparan sehingga penonton juga bisa melihat apa yang ada di

⁷³ Tai Fook Lim Jerry et al., "The Impact of Augmented Reality Software with Inquiry-Based Learning on Students' Learning of Kinematics Graph," in *ICETC 2010 - 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer*, vol. 8265 (Routledge, 2010), 1–15, <https://doi.org/10.1109/ICETC.2010.5529447>.

balik layar menggunakan itu. Kebanyakan tampilan AR optik tembus pandang menggunakan gabungan optik, namun baru-baru ini seiring dengan kemajuan teknis tampilan optik tembus pandang telah dikembangkan dan diselidiki lebih lanjut menggunakan flat transparan dalam tampilan panel; contohnya LCD.

Dibandingkan dengan tampilan AR berbasis video, tampilan AR dengan optik tembus pandang lebih efisien karena tidak mengalami kendala seperti Batasan resolusi, distorsi lensa, perpindahan mata atau penundaan waktu. Fitur ini tentu akan lebih menjamin keselamatan pengguna untuk penggunaan aplikasi yang membutuhkan focus langsung kepada objek seperti pada penggunaan dalam bidang militer atau medis. Selain itu AR optik tembus pandang juga membutuhkan komponen elektronik yang lebih sederhana.

Masalah utama yang sering muncul dalam AR optik tembus pandang adalah akurasi pendaftaran pada tampilan nyata dan virtual. Dalam banyak kasus tampilan optik tembus pandang yang menggunakan proses kalibrasi secara manual mendapatkan hasil yang relatif lebih buruk dalam kualitas pendaftaran pada tampilan nyata dan virtual, jika kita bandingkan dengan penggunaan AR berbasis video karena menggunakan komputer yang otomatis.⁷⁴

3) Berbasis proyeksi

Pada tampilan AR berbasis proyeksi yaitu dengan menggabungkan lingkungan nyata dan virtual kedalam tampilan gambar. AR berbasis proyeksi menampilkan gambaran virtual secara langsung pada permukaan suatu

⁷⁴ Mark Billinghurst, Adrian Clark, and Gun Lee, "A Survey of Augmented Reality," *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction* 8, no. 2–3 (2015): 73–272, <https://doi.org/10.1561/1100000049>.

objek fisik yang diinginkan.⁷⁵ Karena AR berbasis proyeksi dapat menampilkan gambar virtual secara langsung pada permukaan fisik suatu objek, maka dibutuhkan benda nyata untuk diproyeksikan dan menampilkan gambar virtualnya.

Namun dalam hal ini juga menjadi keterbatasan AR berbasis proyeksi, karena untuk memproyeksikan tiruan virtual suatu objek maka jarak antara alat juga objek tidak bisa terlalu jauh. Selain itu keterbatasan lainnya tampilan AR berbasis proyeksi adalah lebih rentan terhadap pencahayaan yang akan berakibat pada tampilan objek yang diproyeksikan. Untuk penggunaan tampilan AR berbasis proyeksi dapat menggunakan proyektor stereoskopik untuk menampilkan objek virtual yang diproyeksikan.⁷⁶

4) *Eye Multiplexing*

Setelah penjelasan ketiga tampilan pada AR maka AR berbasis *eye multiplexing* merupakan gabungan dari ketiga model tampilan AR tersebut. *Eye multiplexing* menambahkan lingkungan virtual kedalam lingkungan fisik, oleh karena itu gambar virtual yang akan diproyeksikan akan sama dengan yang dilihat pengguna dalam lingkungan fisiknya. Namun gambar yang dihasilkan tidak digabungkan dengan tampilan pada dunia nyata, melainkan pengguna harus menggabungkan sendiri dengan membayangkan kedua lingkungan secara mental gambar dalam pemikiran mereka. Untuk memudahkan pengguna menguasai imajinasinya secara mental 38ayer harus ditempatkan dekat dengan mata pengguna dan harus menyesuaikan 38ayer38n mata si

⁷⁵ Ramesh Raskar et al., "Shader Lamps: Animating Real Objects with Image-Based Illumination," in *Eurographics Workshop on Rendering Techniques* (Springer, 2001), 89–102.

⁷⁶ Billinghamhurst, Clark, and Lee, "A Survey of Augmented Reality," 2015.

pengguna, sehingga gambarab virtual yang ditampilkan di 39ayer dapat muncul ke dalam tampilan dunia nyata. Seperti dalam kasus tampilan AR tembus pandang optik dan berbasis proyeksi, tampilan AR dengan *eye multiplexing* tidak memerlukan komposisi digital dari tampilan dunia nyata dan gambar tampilan virtual karenanya menuntut lebih sedikit daya komputasi dibandingkan dengan tampilan AR berbasis video.

Di sisi lain, sebagai pencocokan antara tampilan dunia nyata dengan lingkungan virtual sangat bergantung pada upaya pengguna dalam membayangkan objek di dalam pikiran mereka. Apabila pengguna tidak dapat membayangkan objek yang dilihat maka tampilan yang di proyeksikan ke dalam dunia nyata akan kurang baik, ini mengapa visulisasinya menjadi kurang intuitif dibandingkan dengan tampilan AR yang lain.⁷⁷

5) Berbasis Kacamata

Tampilan AR dapat ditampilkan pada perangkat yang menyerupai kacamata. Kacamata yang digunakan merupakan kacamata yang telah di desain dengan kamera, kacamata ini bekerja dengan cara menghalangi tampilan di lingkungan nyata lalu menampilkan kembali objek yang sudah diperbesar melalui *eyepieces*. Kemudian objek akan di proyeksikan atau dipantulkan dari permukaan potongan lensa kacamata.⁷⁸

⁷⁷ Billinghurst, Clark, and Lee.

⁷⁸ Martin P. Strzys, Sebastian Kapp, Michael Thees, P. Klein, Paul Lukowicz, P. Knierim, A. Schmidt, Jochen Kuhn, et al., "Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction," *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 39, no. 3 (July 2019): 105–10, <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaa8fb>.

6) Berbasis Layar Genggam

Layar genggam merupakan sebuah layar kecil yang pas di tangan pengguna. Layar genggam menggunakan perangkat komputasi kecil dengan tampilan yang nyaman untuk pengguna. Pada layar genggam sistem AR yang digunakan merupakan teknik video tembus pandang untuk tampilan grafis yang diproyeksikan pada lingkungan nyata. Layar genggam memanfaatkan sensor seperti GPS atau kompas digital. Saat ini penggunaan AR berbasis layar genggam dapat diakses pada *smartphone*, *personal digital assistant* (PDA), dan tablet. Dengan kemajuan teknologi khususnya dalam bidang komunikasi seperti *smartphone* yang bersifat portabel dan terjangkau untuk semua kalangan sehingga sangat menjanjikan kesuksesan komersial untuk pengembangan AR berbasis layar genggam dengan menggunakan *smartphone*.

Keuntungan menggunakan *smartphone* antara lain bersifat portabel, sudah dilengkapi kamera dan sensor, tersebar luas dan banyak orang yang memilikinya. Adapun kekurangannya adalah kendala fisik pada layar yang terlalu kecil, adanya efek distorsi pada kamera ponsel. Sedangkan pada penggunaan PDA lebih nyaman karena layar yang cukup besar tapi pada *smartphone* namun tidak banyak orang yang memilikinya, penyebarannya juga tidak luas. Dan pada Tablet penggunaanya jauh lebih nyaman dan bertenaga tetapi harganya yang mahal dan tidak semua pengguna memilikinya.⁷⁹

⁷⁹ M.-B. Ibanez et al., "Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study," *IEEE Transactions on Education* 58, no. 3 (2015): 208–13, <https://doi.org/10.1109/TE.2014.2379712>.

7) *Spatial Augmented Reality (SAR)*

Spatial Augmented Reality (SAR) bekerja dengan cara menambahkan objek dari dunia nyata tanpa menggunakan tampilan khusus seperti monitor digital untuk menampilkan informasi grafis kedalam objek fisik. SAR memanfaatkan proyektor video, elemen optik ments, hologram, tag frekuensi radio, dan teknologi pelacakan lainnya untuk menampilkan informasi grafis langsung ke objek fisik. Perbedaan utama dalam SAR adalah tampilan yang dipisahkan dari pengguna sistem. Karena tampilan tidak terkait dengan setiap pengguna, SAR menskalakan secara alami ke grup pengguna, memungkinkan kolaborasi kolokasi antar pengguna. Meningkatkan minat untuk sistem augmented reality di universitas, laboratorium, museum dan komunitas seni. Ada tiga pendekatan berbeda untuk SAR yang terutama berbeda dalam cara mereka menambah lingkungan yaitu: video-tembus pandang, optik-tembus pandang dan augmentasi langsung.

Dalam SAR, tampilan video-tembus pandang berbasis layar. Tampilan optik tembus spasial menghasilkan gambar yang selaras dengan lingkungan fisik. Optik spasial penggabung, seperti pemisah sinar cermin planar atau melengkung, layar transparan, atau hologram optik adalah komponen penting dari tampilan semacam itu.⁸⁰

Tampilan virtual, yang menggunakan cermin pemecah berkas bersama dengan beberapa tampilan grafis, menyediakan sarana interaktif untuk secara bersamaan terlibat dengan dunia maya dan nyata. Banyaknya implementasi dan konfigurasi

⁸⁰ Oliver Bimber, Ramesh Raskar, Masahiko Inami, "Spatial Augmented Reality", *SIGGRAPH Catatan Kursus 17* 2007 , 2007.

membuat tampilan realitas ditambah spasial menjadi alternatif interaktif yang semakin menarik.

Sistem SAR dapat ditampilkan pada sejumlah permukaan dalam pengaturan meski di dalam ruangan sekaligus. SAR mendukung visualisasi grafis dan sensasi haptik pasif untuk pengguna sehingga dapat menyentuh objek fisik dalam proses yang memberikan sensasi haptik pasif.⁸¹

g. Penerapan *Augmented Reality* (AR) dalam Berbagai Aplikasi dan Bidang

Dengan terus mengembangkan teknologi AR agar dapat di realisasikan ke seluruh bidang dalam kehidupan sehingga membantu manusia untuk belajar dan berkembang. Kini AR tidak hanya digunakan dalam aplikasi komputasi saja tetapi dalam berbagai sektor mulai dari industri hingga pendidikan, itulah mengapa teknologi ini sangat menjanjikan untuk masa yang akan datang⁸². Adapun penerapan AR dalam berbagai aplikasi dan bidang adalah sebagai berikut:

1) Periklanan dan Komersial

Augmented reality (AR) sebagian besar digunakan oleh pemasar untuk mempromosikan produk baru secara online. Sebagian besar teknik menggunakan penanda yang ditampilkan pengguna di depan webcam mereka pada perangkat lunak khusus atau hanya di situs web perusahaan periklanan. Sebagai contoh, pada Desember 2008 perusahaan mobil terkenal menggunakan AR sebagai iklan di beberapa majalah otomotif Jerman dengan menampilkan gambar iklan 3D kecil yang muncul pada layar website mereka.⁸³

⁸¹ Carmigniani et al., "Augmented Reality Technologies, Systems and Applications."

⁸² Van Krevelen and Poelman, "A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations."

⁸³ Geekology, <http://www.geekologie.com/2008/12/14-week, Cool: Augmented Reality Advertisements>, 19 Desember 20

2) Arkeologi

Dalam bidang arkeologi AR telah dimanfaatkan untuk membantu dalam penelitian dengan cara menambahkan fitur arkeologi kedalam lanskap modern. Adanya fitur tersebut memungkinkan untuk para arkeolog untuk merumuskan kemungkinan konfigurasi situs dari struktur yang masih ada. Model reruntuhan, bangunan, lanskap, atau bahkan orang kuno dan manusia purba yang dibuat komputer telah didaur ulang menjadi aplikasi AR arkeologi awal. Misalnya, menerapkan sistem seperti, VITA (Alat Interaksi Visual untuk Arkeologi) akan memungkinkan pengguna untuk membayangkan dan menyelidiki hasil penggalian instan tanpa meninggalkan rumah mereka. Setiap pengguna dapat berkolaborasi dengan saling “menavigasi, menelusuri, dan melihat data”. Hrvoje Benko, seorang peneliti di departemen ilmu komputer di Universitas Columbia, menunjukkan bahwa sistem tertentu ini dan sistem lain yang serupa dapat memberikan “gambar panorama 3D dan model 3D situs itu sendiri pada tahap penggalian yang berbeda” sambil mengatur banyak data dengan cara kolaboratif yang mudah digunakan. Sistem AR kolaboratif menyediakan interaksi multimodal yang menggabungkan dunia nyata dengan gambar virtual dari kedua lingkungan.⁸⁴

3) Penerapan Medis

Sebagian besar aplikasi medis berhubungan dengan operasi dengan panduan gambar dan bantuan robot. Sebuah penelitian telah dilaksanakan untuk meninjau lebih jauh mengenai teknologi AR dalam dunia medis,

⁸⁴ Benko, H.; Ishak, E.W.; Feiner, S. (2004). "Collaborative Mixed Reality Visualization of an Archaeological Excavation". *Third IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. pp. 132–140. doi:10.1109/ISMAR.2004.23. ISBN 0-7695-2191-6. S2CID 10122485

hasil penelitian tersebut menggabungkan AR dengan pencitraan medis dan segala instrument yang menggabungkan kemampuan intuitif dokter. Trobosan baru dalam dunia medis ini telah di aplikasikan dalam berbagai kegiatan medis dan instrument medis, seperti gambar video yang direkam dengan perangkat kamera endoskopi disajikan pada monitor yang menampilkan tempat dilakukannya oprasi di dalam tubuh pasien. Namun trobosan ini masih terbatas pada tampilan 3D dan intuitif alami yang berasal langsung dari dokter ahli. Pada layer monitor akan menampilkan tubuh manusia yang akan di oprasi dan team dokter akan melihat proses oprasi dengan prosedur yang sedang berlangsung.⁸⁵

Penelitian ini juga memperkenalkan system AR untuk melihat proyeksi nyata dari anatomi tubuh manusia secara virtual dengan menggunakan model permukaan polygonal untuk memungkinkan pengguna melihat visulisasi yang tampak nyata. Selain itu terdapat juga penggunaan alat bedar dilengkapi dnegan navigasi untuk memudahkan dokter melihat yang ada didalam tubuh manusia selama oprasi.⁸⁶ Meningkatkan kinerja manusia selama proses pembedahan adalah tujuan yang dinyatakan secara resmi ketika membangun sistem *Augmented Reality* pertama di laboratorium Angkatan Udara Amerika Serikat.⁸⁷

⁸⁵ Christop Bichlmeier, Felix Wimmer, Sandro Michael Heining, Nassir Navab, "Contextual Anatomic Mimesis: Hybrid In-Situ Visualization Method for Improving Multi-Sensory Depth Perception in Medical Augmented Reality", *IEEE*, 2007

⁸⁶ Mark Billinghurst, Adrian Clark, and Gun Lee, "A Survey of Augmented Reality," *Foundations and Trends@inHuman-ComputerInteraction*8,no.2-3(2015):73-272,<https://doi.org/10.1561/11000000049>.

⁸⁷ Rosenberg, Louis B. (1992). "*Penggunaan Perlengkapan Virtual sebagai Hamparan Perseptual untuk Meningkatkan Kinerja Operator di Lingkungan Jarak Jauh*"

Sejak tahun 2005 alat yang disebut “pencari vena inframerah-dekat” yang memproyeksikan vena subkutan, memproses dan memproyeksikan gambar vena ke kulit untuk menemukan letak pembuluh vena.⁸⁸ AR memberi ahli bedah data pemantauan pasien dalam gaya tampilan kepala pilot pesawat tempur, dan memungkinkan catatan pencitraan pasien, termasuk video fungsional, untuk diakses. Sebagai contoh yaitu pada tampilan virtual sinar x berdasarkan pada tomografi atau gambar nyata dari ultrasound dan probe mikroskop confocal dalam memvisualisasikan letak sebuah penyakit tumor dalam video endoskopi, atau risiko dari paparan sebuah radiasi perangkat proses sinar x.⁸⁹ Selain itu teknologi AR dapat meningkatkan kemampuan untuk melihat janin di dalam rahim ibu, menggunakan AR untuk melihat tumor dan pembuluh darah dalam lapisan permukaan kulit manusia.⁹⁰ AR juga telah digunakan untuk pengobatan terapi terhadap fobia kecoa.⁹¹ AR juga mengembangkan teknologi kacamata pengingat untuk pasien pasien yang memakai kacamata AR agar meminim obatnya tepat

⁸⁸ Miyake RK, et al. (2006). "Vein imaging: a new method of near infrared imaging, where a processed image is projected onto the skin for the enhancement of vein treatment". *DermatolSurg.* **32** (8):1031–8. doi:10.1111/j.1524-4725.2006.32226.x

⁸⁹ Roy Rodas, Nicolas; Padoy, Nicolas (2014). "3D Global Estimation and Augmented Reality Visualization of Intra-operative X-ray Dose". *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2014*. Lecture Notes in Computer Science. **8673**. pp. 415–422. doi:10.1007/978-3-319-10404-1_52

⁹⁰ Mountney, Peter; Fallert, Johannes; Nicolau, Stephane; Soler, Luc; Mewes, Philip W. (2014). "An Augmented Reality Framework for Soft Tissue Surgery". *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2014*. Lecture Notes in Computer Science. **8673**. pp. 423–431. doi:10.1007/978-3-319-10404-1_53. ISBN 978-3-319-10403-4.

⁹¹ Botella, Cristina; Bretón-López, Juani; Quero, Soledad; Baños, Rosa; García-Palacios, Azucena (September 2010). "Treating Cockroach Phobia With Augmented Reality". *Behavior Therapy*. **41** (3): 401–413. doi:10.1016/j.beth.2009.07.002

waktu. Teknologi AR bisa sangat membantu di bidang medis.⁹² Ini dapat digunakan untuk memberikan informasi penting kepada dokter atau ahli bedah tanpa harus mengalihkan pandangan dari pasien.

Pada 30 April 2015 Microsoft mengumumkan hasil pengembangan mereka yaitu Microsoft HoloLens, teknologi ini merupakan suatu upaya pertama mereka pada AR. HoloLens telah berkembang selama bertahun-tahun dan mampu memproyeksikan hologram untuk operasi yang dipandu gambar berbasis fluoresensi inframerah dekat.⁹³ Seiring kemajuan augmented reality, aplikasi ini semakin meningkat dalam perawatan kesehatan. Augmented reality dan utilitas berbasis komputer serupa digunakan untuk melatih para profesional medis.⁹⁴ Dalam perawatan kesehatan, AR dapat digunakan untuk memberikan panduan selama intervensi diagnostik dan terapeutik misalnya selama operasi dan baru-baru ini teknologi AR digunakan dalam proses bedah syaraf.⁹⁵

4) Arsitektur

Dalam bidang arsitektur teknologi AR berperan untuk memvisualisasikan sebuah proyek bangunan.

⁹²Thomas, Daniel J. (December 2016). "Augmented reality in surgery: The Computer-Aided Medicine revolution". *International Journal of Surgery*. **36** (Pt A): 25. doi:10.1016/j.ijssu.2016.10.003

⁹³ Cui, Nan; Kharel, Pradosh; Gruev, Viktor (8 February 2017). "Augmented reality with Microsoft Holo Lens holograms for near infrared fluorescence based image guided surgery". In Pogue, Brian W; Gioux, Sylvain (eds.). *Augmented reality with Microsoft HoloLens holograms for near infrared fluorescence based image guided surgery*. Molecular-Guided Surgery:

⁹⁴ Barsom, E. Z.; Graafland, M.; Schijven, M. P. (1 October 2016). "Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training". *Surgical Endoscopy*. **30** (10): 4174–4183. doi:10.1007/s00464-016-4800-6. ISSN 0930-2794

⁹⁵ Tagaytayan, Raniel; Kelemen, Arpad; Sik-Lanyi, Cecilia (2018). "Augmented reality in neurosurgery". *Archives of Medical Science*. **14** (3): 572–578. doi:10.5114/aoms.2016.58690

Desain struktur bangunan yang digambar menggunakan komputer dapat di proyeksikan ke tampilan nyata pada suatu lokasi yang akan dibangun suatu properti. AR juga dapat digunakan dalam tampilan 3D animasi dari gambar 2D yang sudah ada. Perspektif dan pemandangan seorang arsitektur dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknologi AR dan memungkinkan bagi pengguna melihat eksterior bangunan juga interior dan tata letaknya.⁹⁶

5) Pendidikan STEM

Dalam pengaturan pendidikan, AR telah digunakan untuk melengkapi kurikulum standar. Teks, grafik, video, dan audio dapat ditampilkan dengan sangat nyata dalam kelas. Buku teks, modul dan bahan bacaan pendidikan lainnya mungkin berisi penanda atau *barcode* yang ketika dipindai dengan perangkat AR, menghasilkan informasi tambahan kepada siswa yang diberikan dalam format multimedia.⁹⁷

The 2015 Virtual, Augmented and Mixed Reality: 7th International Conference menyebutkan *Google Glass* sebagai contoh AR yang dapat menggantikan ruang kelas fisik.⁹⁸ Pertama, teknologi AR membantu peserta didik terlibat dalam eksplorasi otentik di dunia nyata, dan objek virtual seperti teks, video, dan gambar merupakan elemen tambahan bagi peserta didik untuk melakukan

⁹⁶Julio Cabero-almenara and Julio Barroso-osuna, "Using Augmented Reality (AR) in Education : Experience in Science Education," *Education Sciences* 12, no. 3 (2020): 1–18.

⁹⁷ Kristin Altmeyer et al., "The Use of Augmented Reality to Foster Conceptual Knowledge Acquisition in STEM Laboratory Courses—Theoretical Background and Empirical Results," *British Journal of Educational Technology* 51, no. 3 (May 14, 2020): 611–28, <https://doi.org/10.1111/bjet.12900>.

⁹⁸ Shumaker, Randall; Lackey, Stephanie (20 July 2015). *Virtual, Augmented and Mixed Reality: 7th International Conference, VAMR 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, 2–7 August 2015, Proceedings*. Springer. ISBN 9783319210674.

penyelidikan terhadap lingkungan dunia nyata.⁹⁹ Seiring perkembangan AR, siswa dapat berpartisipasi secara interaktif dan berinteraksi dengan pengetahuan yang mereka dapat di kelas secara lebih otentik. Alih-alih menjadi penerima pasif, siswa dapat menjadi pembelajar yang aktif, mampu berinteraksi dengan lingkungan belajarnya. Simulasi peristiwa sejarah yang dibuat oleh komputer memungkinkan siswa untuk menjelajahi dan mempelajari detail dari setiap area penting dari situs acara.

Dalam pendidikan tinggi, *Construct 3D*, sistem *Studier stube*, memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep teknik mesin, matematika atau geometri.¹⁰⁰ Terdapat juga aplikasi Kimia berbasis teknologi AR yang memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan dan berinteraksi dengan struktur spasial molekul menggunakan objek penanda yang dipegang di tangan mereka.¹⁰¹ Dengan menggunakan *smartphone* dan aplikasi khusus yang didesain menggunakan AR maka siswa dapat mempelajari mekanisme kimia organik dan membuat demonstrasi langsung secara virtual. Selain itu pada materi anatomi tubuh manusia siswa dapat melihat visualisasi 3D pada gambar tubuh manusia, hal ini terbukti memicu minat belajar siswa dan ketertarikannya

⁹⁹ Wu, Hsin-Kai; Lee, Silvia Wen-Yu; Chang, Hsin-Yi; Liang, Jyh-Chong (March 2013). "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education". *Computers & Education*. **62**: 41–49. doi:10.1016/j.compedu.2012.10.024

¹⁰⁰ Strzys, Kapp, Thees, Klein, Lukowicz, Knierim, Schmidt, and Kuhn, "Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction."

¹⁰¹ Maier, Patrick; Tönnis, Marcus; Klinker, Gudron. 2009. *Augmented Reality for teaching spatial relations*. Conference of the International Journal of Arts & Sciences

dalam saian juga meningkatkan pengetahuan dan pengalaman menarik bagi siswa.¹⁰²

6) Militer

Pada tahun 2003 Angkatan Darat Amerika Serikat mengintegrasikan sistem AR *Smart Cam* 3D ke dalam *Shadow Unmanned Aerial System* untuk membantu operator sensor menggunakan kamera teleskopik guna menemukan orang atau tempat menarik. Sistem ini menggabungkan informasi geografis tetap termasuk nama jalan, tempat tujuan, bandara, dan rel kereta api dengan video langsung dari sistem kamera. Sistem ini menawarkan mode “gambar dalam gambar” yang memungkinkannya menampilkan tampilan sintetis dari area di sekitar bidang pandang kamera. Sistem ini menampilkan penanda lokasi teman / musuh / netral waktu nyata yang dipadukan dengan video langsung, memberikan operator kesadaran situasional yang lebih baik.

Pada tahun 2010, para peneliti Korea ingin menerapkan robot pendeteksi ranjau ke dalam militer. Desain yang diusulkan untuk robot semacam itu mencakup platform seluler seperti trek yang mampu menempuh jarak yang tidak rata termasuk tangga. Sensor deteksi ranjau robot akan mencakup kombinasi detektor logam dan radar penembus tanah untuk menemukan ranjau atau IED . Desain unik ini akan sangat membantu dalam menyelamatkan nyawa tentara Korea.¹⁰³

¹⁰² Moro, Christian; Štromberga, Zane; Raikos, Athanasios; Stirling, Allan (November 2017). "The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy: VR and AR in Health Sciences and Medical Anatomy". *Anatomical Sciences Education*. **10** (6): 549–559. doi:10.1002/ase.1696

¹⁰³ Kang, Seong Pal; Choi, Junho; Suh, Seung-Beum; Kang, Sungchul (October 2010). *Design of mine detection robot for Korean mine field*. 2010 IEEE

Dalam pertempuran, AR dapat berfungsi sebagai sistem komunikasi jaringan yang memberikan data medan perang yang berguna ke kacamata yang dikenakan tentara secara *real time*. Dari sudut pandang prajurit, orang dan berbagai objek dapat ditandai dengan indikator khusus untuk memperingatkan potensi bahaya. Peta virtual dan pencitraan kamera tampilan 360 ° juga dapat diberikan untuk membantu navigasi tentara dan perspektif medan perang, dan ini dapat dikirim ke para pemimpin militer di pusat komando jarak jauh. Kombinasi visualisasi kamera pandangan 360 ° dan AR dapat digunakan di kendaraan tempur dan tank sebagai sistem tinjauan melingkar. AR bisa sangat efektif untuk mendesain topologi 3D penyimpanan amunisi di medan perang dengan pilihan kombinasi amunisi dalam tumpukan dan jarak di antara mereka dengan visualisasi area berisiko. Ruang lingkup aplikasi AR juga mencakup visualisasi data dari sensor pemantauan amunisi tertanam¹⁰⁴.

7) Manufaktur Industri

AR digunakan untuk menggantikan kertas manual dengan menggunakan instruksi digital yang dilapisi pada bidang pandang operator manufaktur, hal ini dilakukan untuk mengurangi upaya mental yang diperlukan untuk beroperasi. AR membuat perawatan alat berat menjadi efisien karena memberi operator akses langsung ke riwayat perawatan alat berat. Manual virtual membantu produsen beradaptasi dengan desain produk yang berubah dengan cepat, karena instruksi digital lebih mudah diedit dan didistribusikan dibandingkan dengan manual

Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts. pp. 53–56. doi:10.1109/ARSO.2010.5679622

¹⁰⁴ Calhoun, G. L., Draper, M. H., Abernathy, M. F., Delgado, F., and Patzek, M. 2005. " *Synthetic Vision System for Improving Unmanned Aerial Vehicle Operator Situation Awareness*," *Proceedings of SPIE Enhanced and Synthetic Vision*, Vol. 5802, pp. 219–230.

fisik. Instruksi digital meningkatkan keselamatan operator dengan menghilangkan keharusan operator untuk melihat layar atau manual yang sangat jauh dari area kerja, dan dapat berbahaya. Sebagai gantinya, instruksi ditumpangkan di area kerja. Penggunaan AR dapat meningkatkan perasaan aman operator saat bekerja di dekat alat berat industri berbeban tinggi dengan memberikan informasi tambahan kepada operator tentang status alat berat dan fungsi keselamatan, serta area berbahaya di ruang kerja.¹⁰⁵

h. Peneliti Augmented Reality (AR) Terkemuka

1) Ivan Sutherland

Menemukan layar VR yang dipasang di kepala pertama di Universitas Harvard.

2) Steve Mann

Merumuskan konsep sebelumnya tentang realitas yang dimediasi pada 1970-an dan 1980-an, menggunakan kamera, prosesor, dan sistem tampilan untuk memodifikasi realitas visual guna membantu orang melihat dengan lebih baik (manajemen rentang dinamis), membuat helm las terkomputerisasi, serta “realitas tertambah” sistem visi untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

3) Louis Rosenberg

Mengembangkan salah satu sistem AR pertama yang diketahui, yang disebut Perlengkapan Virtual, saat bekerja di Lab Armstrong Angkatan Udara AS pada tahun 1991, dan menerbitkan studi pertama tentang bagaimana sistem AR dapat meningkatkan kinerja manusia. Karya Rosenberg selanjutnya di Universitas Stanford pada awal 90-an, adalah bukti pertama bahwa hamparan virtual saat

¹⁰⁵ Eleonora Bottani and Giuseppe Vignali, “Augmented Reality Technology in the Manufacturing Industry: A Review of the Last Decade,” *IJSE Transactions* 51, no.3(March4,2019): 284–310, <https://doi.org/10.1080/24725854.2018.1493244>.

didaftarkan dan disajikan melalui pandangan langsung pengguna ke dunia fisik nyata, dapat secara signifikan meningkatkan kinerja manusia.

4) Mike Abernathy

Memelopori salah satu overlay video augmented pertama yang sukses (juga disebut hybrid sintetik vision) menggunakan data peta untuk puing-puing ruang angkasa pada tahun 1993, saat berada di Rockwell International. Dia ikut mendirikan *Rapid Imaging Software, Inc.* Dan merupakan penulis utama sistem LandForm pada tahun 1995, dan sistem *SmartCam 3D. Augmented reality Land Form* berhasil diuji coba pada tahun 1999 di atas helikopter dan SmartCam3D digunakan untuk menerbangkan NASA X-38 dari tahun 1999 hingga 2002.

5) Steven Feiner

Profesor di Universitas Columbia, adalah penulis makalah tahun 1993 tentang prototipe sistem AR bersama dengan Blair MacIntyre dan Doree Seligmann.

6) S. Ravela, B. Draper, J. Lim dan A. Hanson

Mengembangkan sistem augmented reality tanpa penanda/ perlengkapan dengan visi komputer pada tahun 1994. Mereka menambah blok mesin yang diamati dari kamera video tunggal dengan penjelasan untuk diperbaiki. Mereka menggunakan estimasi pose berbasis model, grafik aspek dan pelacakan fitur visual untuk secara dinamis mendaftarkan model dengan video yang diamati.

7) Francisco Delgado

Belisur adalah insinyur NASA dan manajer proyek yang berspesialisasi dalam penelitian dan pengembangan antarmuka manusia. Mulai 1998 dia melakukan penelitian pada tampilan yang menggabungkan video dengan sistem penglihatan sintesis (disebut penglihatan sintesis hibrid pada saat itu) yang kita kenal sekarang sebagai sistem realitas tertambah untuk pengendalian pesawat dan pesawat ruang angkasa.

- 8) Bruce H. Thomas dan Wayne Piekarski
Mengembangkan sistem Tinmith pada tahun 1998. Mereka bersama dengan Steve Feiner dengan pelopor sistem MARS di luar ruangan augmented reality.
- 9) Mark Billinghurst
Beliau adalah Profesor Interaksi Komputer Manusia di Universitas Australia Selatan dan peneliti AR terkemuka. Dia telah menghasilkan lebih dari 250 publikasi teknis dan mempresentasikan demonstrasi dan kursus di berbagai konferensi.
- 10) Reinhold Behringer
Melakukan pekerjaan awal yang penting dalam registrasi gambar untuk AR, dan testbed yang dapat dipakai prototipe untuk AR. Dia juga ikut mengorganisir *First IEEE International Symposium on Augmented Reality* pada 1998 (IWAR'98), dan ikut mengedit salah satu buku pertama tentang augmented reality.

i. Batasan Teknologi Augmented Reality (AR)

Sebenarnya suatu teknologi tidak mungkin mengalami pertumbuhan terakhir karena peneliti dan pengembang komputer di dunia selalu melakukan pembaruan terhadap suatu teknologi. meski sudah dikatakan sangat canggih sebenarnya teknologi AR selalu dikembangkan setiap waktu untuk meminimalisir kesalahan atau kekurangan dari sistem AR sendiri dan untuk kenyamanan pengguna di masa yang akan datang. Dalam proses pengembangan AR yang kita kenal sekarang sebenarnya masih terdapat beberapa kekurangan dan batasan pada sistem teknologi ini.

Adapun batasannya adalah AR menghadapi tantangan teknis terkait misalnya tampilan okular (stereo), resolusi tinggi, kedalaman warna, luminance, kontras, bidang pandang, dan kedalaman fokus. Namun, sebelum AR diterima sebagai bagian dari kehidupan sehari-hari oleh pengguna, seperti ponsel dan asisten digital pribadi, masalah tentang antarmuka intuitif, biaya, berat, penggunaan daya,

ergonomis, dan penampilan juga harus disesuaikan. Adapun batasannya adalah sebagai berikut :

1) Portabilitas dan Pengguna Luar Ruangan

Seperti yang telah dijelaskan mengenai tampilan AR, Sebagian besar system AR seluler membutuhkan tempat yang lebih luas seperti ransel, namun akan sangat berat karena harus selalu membawa PC, sensor, layer, baterai dan lainnya. selain itu koneksi antar seluruh perangkat juga harus mampu dilakukan di luar ruangan, tahan terhadap guncangan, dan juga cuaca. Tetapi konektor penghubung seperti USB gagal untuk melakukan koneksi dalam keadaan seperti itu. Namun pengembangan AR untuk perangkat seluler seperti *smartphone*, PDA juga tablet dapat mengatasi kondisi seperti yang disebutkan.

Tampilan optik dan video tembus pandang biasanya tidak cocok untuk penggunaan di luar ruangan karena kecerahan, kontras, resolusi rendah, dan bidang pandang. Namun baru-baru ini dikembangkan pada MicroVision, layar bertenaga laser menawarkan dimensi baru dalam tampilan yang dipasang di kepala dan genggam yang mengatasi hal ini. Kebanyakan komputer portabel hanya memiliki satu CPU yang membatasi jumlah pelacakan visual dan hybrid. Secara lebih umum, sistem operasi konsumen tidak cocok untuk waktu nyata , sementara sistem operasi waktu-nyata khusus tidak memiliki driver untuk mendukung sensor dan grafik perangkat keras modern.

2) Pelacakan dan Kalibrasi Otomatis

Lingkungan yang tidak dikenali merupakan salah satu kendala dalam menjalankan AR tetapi sekaligus menjadi sebuah tantangan tersendiri bagi peneliti. Melacak lingkungan yang tidak siap membuat pendekatan *hibryd* menjadi cukup mudah untuk ditambahkan kedalam *smartphone* atau PDA. Pendekatan *hibryd* merupakan merupakan jenis pelacakan dengan menggunakan sensor elektromagnetis. Pendekatan *hibryd*

merupakan cara paling menjanjikan untuk menghadapi kesulitan yang ditimbulkan pada saat penggunaan AR di lingkungan *indoor* dan *outdoor*. Kalibrasi terhadap perangkat ini masih sangat rumit juga ekstensif, tetapi mungkin saja dapat diselesaikan melalui pendekatan bebas kalibrasi atau kalibrasi otomatis.

3) Persepsi Kedalaman

Satu masalah pendaftaran objek yang sulit adalah kedalaman akurasi. *Stereoscopic* menampilkan bantuan, tetapi masalah tambahan termasuk masalah resolusi rendah. Tampilan redup menyebabkan objek tampak lebih jauh dari yang seharusnya. Oklusi yang benar memperbaiki beberapa masalah mendalam seperti halnya pendaftaran yang konsisten pada lokasi yang berbeda.

4. Teknologi Augmented Reality dalam Fisika

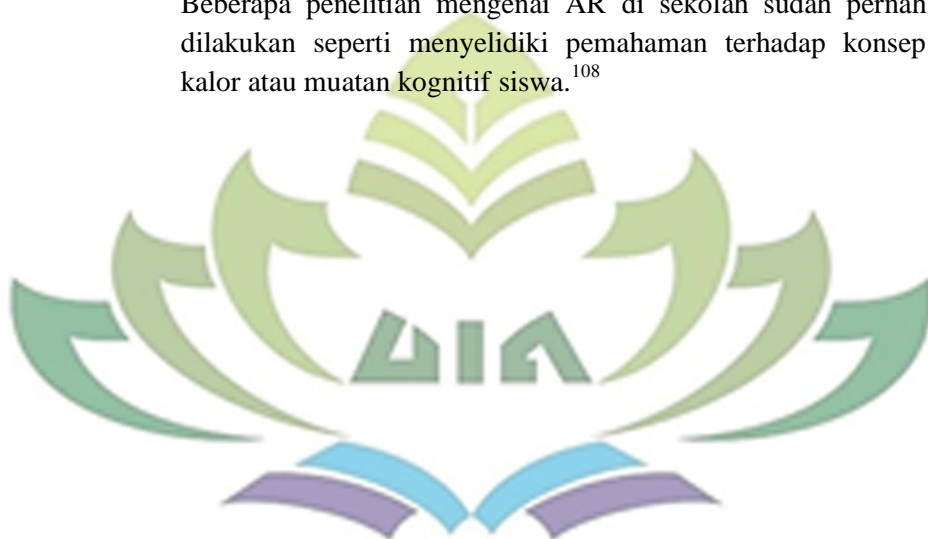
Teknologi AR seperti yang telah dijelaskan merupakan pertambahan lingkungan virtual kedalam realitas nyata pada waktu yang bersamaan. Penerapan dan penggunaan AR sudah merambah dalam berbagai bidang pendidikan terutama sains. Peneliti mengembangkan bagaimana teknologi ini untuk ramah sains artinya di masa mendatang teknologi ini merupakan salah satu media yang penting dalam pembelajaran sains di sekolah. Selain meningkatkan minat belajar siswa terhadap sains,

AR juga membantu siswa mendapatkan pengalaman nyata dalam belajar di kelas. Penggunaan AR sebagai media pembelajaran di masa depan terbukti meningkatkan persepsi positif siswa terhadap pemahaman dan konsep pembelajaran sains¹⁰⁶ terutama pada mata pelajaran fisika, biasanya siswa akan sangat tidak tertarik karena pembelajaran yang rumit dan monoton. Ketika dihadapkan dengan perhitungan dan rumus siswa biasanya tidak bisa berkonsentrasi akibatnya persepsi

¹⁰⁶ Bacca et al., “Augmented Reality Trends in Education : A Systematic Review of Research and Applications.”

dan pemahaman siswa terhadap materi akan terganggu dan tujuan pembelajaran tidak tercapai¹⁰⁷.

Sebenarnya penggunaan AR dalam pembelajaran langsung di kelas fisika sudah cukup banyak diteliti oleh peneliti. Tetapi penerapan langsung kepada siswa belum banyak dilakukan, hal ini dikarenakan keterbatasan alat dan kemampuan sekolah. Selain itu kurangnya edukasi mengenai media berbasis teknologi ini kepada tenaga pendidik juga mempengaruhi keterlambatan eksistensi AR di sekolah. Beberapa penelitian mengenai AR di sekolah sudah pernah dilakukan seperti menyelidiki pemahaman terhadap konsep kalor atau muatan kognitif siswa.¹⁰⁸



¹⁰⁷ Michael Thees et al., "Effects of Augmented Reality on Learning and Cognitive Load in University Physics Laboratory Courses," *Computers in Human Behavior* 108 (July 2020): 106316, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>.

¹⁰⁸ Antonella Poce et al., "Adopting Augmented Reality to Engage Higher Education Students in a Museum University Collection: The Experience at Roma Tre University," *Information (Switzerland)* 10, no. 12 (2019), <https://doi.org/10.3390/info10120373>.

Daftar Rujukan

- Akçayır, Murat, Gökçe Akçayır, Hüseyin Miraç Pektaş, and Mehmet Akif Ocak. "Augmented Reality in Science Laboratories: The Effects of Augmented Reality on University Students' Laboratory Skills and Attitudes toward Science Laboratories." *Computers in Human Behavior* 57 (2016): 334–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>.
- Altmeyer, Kristin, Sebastian Kapp, Michael Thees, Sarah Malone, Jochen Kuhn, and Roland Brünken. "The Use of Augmented Reality to Foster Conceptual Knowledge Acquisition in STEM Laboratory Courses—Theoretical Background and Empirical Results." *British Journal of Educational Technology* 51, no. 3 (May 14, 2020): 611–28. <https://doi.org/10.1111/bjet.12900>.
- Arici, Faruk, Pelin Yildirim, Şeyma Caliklar, and Rabia M Yilmaz. "Research Trends in the Use of Augmented Reality in Science Education: Content and Bibliometric Mapping Analysis." *Computers & Education* 142, no. March (December 2019): 103647. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>.
- Arsyad, Azhar. *Media Pembelajaran*. Edited by Asfah Rahman. 1st ed. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2005.
- Asmaul, H., & Budi, S. *Metodologi Penelitian Dan Statistik. In Bahan Ajar Keperawatan Gigi. Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis (TLM)*. Cetakan Pe. Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, 2017.
- Azuma, Ronald T. "A Survey of Augmented Reality." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, no. 4 (August 1997): 355–85. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>.
- Bacca, Jorge, Silvia Baldiris, Ramon Fabregat, and Sabine Graf. "Augmented Reality Trends in Education : A Systematic Review of Research and Applications." *Education Technology & Society*

17, no. October (2014): 133–49.
<https://www.researchgate.net/publication/286049823%0AAugmented>.

Billingham, Mark, Adrian Clark, and Gun Lee. “A Survey of Augmented Reality.” *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction* 8, no. 2–3 (2015): 73–272.
<https://doi.org/10.1561/11000000049>.

———. “A Survey of Augmented Reality.” *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction* 8, no. 2–3 (2015): 73–272. <https://doi.org/10.1561/11000000049>.

Bottani, Eleonora, and Giuseppe Vignali. “Augmented Reality Technology in the Manufacturing Industry: A Review of the Last Decade.” *IJSE Transactions* 51, no. 3 (March 4, 2019): 284–310.
<https://doi.org/10.1080/24725854.2018.1493244>.

Cabero-almenara, Julio, and Julio Barroso-osuna. “Using Augmented Reality (AR) in Education : Experience in Science Education.” *Education Sciences* 12, no. 3 (2020): 1–18.

Carmigniani, Julie, and Borko Furht. *Handbook of Augmented Reality*. Edited by Borko Furht. 1st ed. New York, NY: Springer New York, 2011. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6>.

Carmigniani, Julie, Borko Furht, Marco Anisetti, Paolo Ceravolo, Ernesto Damiani, and Misa Ivkovic. “Augmented Reality Technologies, Systems and Applications.” *Multimedia Tools and Applications* 51, no. 1 (January 14, 2011): 341–77.
<https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>.

Chang, Yuh-shihng, Kuo-jui Hu, Cheng-wei Chiang, and Artur Lugmayr. “Applying Mobile Augmented Reality (AR) to Teach Interior Design Students in Layout Plans: Evaluation of Learning Effectiveness Based on the ARCS Model of Learning Motivation Theory.” *Sensors* 20, no. 1 (December 23, 2019): 105.
<https://doi.org/10.3390/s20010105>.

Cheng, Kun-Hung, and Chin-Chung Tsai. "Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research." *Journal of Science Education and Technology* 22, no. 4 (August 3, 2013): 449–62. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>.

Cooper, I Diane. "Bibliometrics Basics Bibliometrics Basics." *Medical Librar Association* 4, no. August (2018): 217–18. <https://doi.org/10.3163/1536-5050.103.4.013>.

Daniel Hernández Torrano, Laura Ibrayeva. "Creativity and Education: Bibliometric Mapping of the Research Literature (1975 - 2019)" 35, no. September 2019 (2020): 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100625>.

Eck, N.J. Van. "Open Data Sources in Vosviewer." *Center of Scientometrics*, 2019.

———. "Science Mapping and Research Positioning." *Bench Tech Seminar Technical University Munich*, 2017.

Elbagoury, Bassant M, Ahmed A Bakr, and Mohamed Roushdy. "MOBILE DOCTOR BRAIN AI APP: ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR IOT HEALTHCARE." *Emerging Technologies for Health and Medicine* 9 (2018): 117–27.

Ellegaard, Ole, and Johan A Wallin. "The Bibliometric Analysis of Scholarly Production: How Great Is the Impact?" *Scientometrics* 105, no. 3 (December 28, 2015): 1809–31. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>.

Esengün, Mustafa, and Gökhan İnce. "The Role of Augmented Reality in the Age of Industry 4.0." In *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, 12:201–15. Istanbul: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_12.

Fidan, Mustafa, and Meric Tuncel. "Integrating Augmented Reality into Problem Based Learning: The Effects on Learning

Achievement and Attitude in Physics Education.” *Computers & Education* 142, no. July (December 2019): 103635. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103635>.

Garzón, Juan, Juan Pavón, and Silvia Baldiris. “Systematic Review and Meta-Analysis of Augmented Reality in Educational Settings.” *Virtual Reality* 23, no. 4 (December 14, 2019): 447–59. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>.

Geralch, V.G., and D.P. Ely. *Teaching and Media. A Systematic Approach*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall,inc., 1971.

Guz, A N, and J J Rushchitsky. “Scopus: A System for the Evaluation of Scientific Journals.” *International Applied Mechanics* 45, no. 4 (April 20, 2009): 351–62. <https://doi.org/10.1007/s10778-009-0189-4>.

Hakim, Lukmanul. “Bibliography Analysis Of Business Incubator Research In Scientific Publications Indexed By Scopus.” *Jurnal Ilmiah Management* 8, no. 2 (2020): 176–89.

Hamalik, Oemar. *Media Pendidikan*. 7th ed. Bandung: PT. Citra Aditya Abadi, 1994.

Huang, Kuo Ting, Christopher Ball, Jessica Francis, Rabindra Ratan, Josephine Boumis, and Joseph Fordham. “Augmented versus Virtual Reality in Education: An Exploratory Study Examining Science Knowledge Retention When Using Augmented Reality/Virtual Reality Mobile Applications.” *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 22, no. 2 (2019): 105–10. <https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0150>.

Ibanez, M.-B., A Di-Serio, D Villaran-Molina, and C Delgado-Kloos. “Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study.” *IEEE Transactions on Education* 58, no. 3 (2015): 208–13. <https://doi.org/10.1109/TE.2014.2379712>.

Ismail, A., A. Setiawan, A. Suhandi, and A. Rusli. "Profile of Physics Laboratory-Based Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Indonesian High Schools." *Journal of Physics: Conference Series* 1280, no. 5 (2019). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052053>.

Ismail, A, A Setiawan, A Suhandi, and A Rusli. "Profile of Physics Laboratory-Based Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Indonesian High Schools." In *6th International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education, MSCEIS 2018*, Vol. 1280. Science Education Program, Postgraduate School, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia: Institute of Physics Publishing, 2019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052053>.

James, Amerika, Mckeen Cattell, and Science Amerika. "The Origin of Bibliometrics." *Scientometrics* 68, no. 1 (2006): 109–33.

Jan, Nees, and Van Eck Ludo. "Software Survey: VOSviewer , a Computer Program for Bibliometric Mapping." *Scientometrics* 84 (2010): 523–38. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.

Jerry, Tai Fook Lim, Cheng Chi En Aaron, Zeynep Turan, Elif Meral, Ibrahim Fevzi Sahin, Mustafa Fidan, and Meric Tuncel. "The Impact of Augmented Reality Software with Inquiry-Based Learning on Students' Learning of Kinematics Graph." In *ICETC 2010 - 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer*, 8265:1–15. Routledge, 2010. <https://doi.org/10.1109/ICETC.2010.5529447>.

Junandi, Sri. "Analisis Sitiran Karya Ilmiah Pustakawan Indonesia Pada Jurnal Visi Pustaka Tahun 2008-2013." *Berkala Ilmu Perpustakaan Dan Informasi* 11, no. 1 (2016): 45. <https://doi.org/10.22146/bip.8840>.

Jung, Timothy, and M Claudia Dieck. *Augmented Reality and Virtual Reality*. Edited by Philipp A. Rauschanable. 1st ed. Switzerland: Springer, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3->

030-37869-1.

Kemp, J.E., and D.K. Dauton. *Planning and Producing Instructional Media*. Fifth Edit. New York: Harper & Row, Publisher, 1985.

Krevelen, D.W.F. Van, and R Poelman. "A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations." *International Journal of Virtual Reality* 9, no. 2 (January 1, 2010): 1–20. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2010.9.2.2767>.

Levi, W. Howard, and Diane Levie. "Pictorial Memory Processes." *AVCR* 23 (1975): 81–97.

Merigó, José M, Jaime Miranda, Nikunja Mohan Modak, Georgios Boustras, and Catalina de la Sotta. "Forty Years of Safety Science: A Bibliometric Overview." *Safety Science* 115, no. August 2018 (June 2019): 66–88. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.01.029>.

Natakusumah, Engkos Koswara. "BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE INKOM JOURNAL (ANALISIS BIBLIOMETRIK JURNAL INKOM)." *Jurnal Dokumentasi Dan Informasi* 36, no. 1 (2016): 1. <https://doi.org/10.14203/j.baca.v36i1.199>.

Nincarean Eh Phon, Danakorn, Ahmad Firdaus Zainal Abidin, Mohd Faizal Ab Razak, Shahreen Kasim, Ahmad Hoirul Basori, and Tole Sutikno. "Augmented Reality: Effect on Conceptual Change of Scientific." *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics* 8, no. 4 (2019): 1537–44. <https://doi.org/10.11591/eei.v8i4.1625>.

O'Shea, Patrick M. "Augmented Reality in Education." *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations* 3, no. 1 (January 2011): 91–93. <https://doi.org/10.4018/jgcms.2011010108>.

Poce, Antonella, Francesca Amenduni, Carlo de Medio, Mara Valente, and Maria Rosaria Re. "Adopting Augmented Reality to Engage Higher Education Students in a Museum University Collection: The Experience at Roma Tre University."

Information (Switzerland) 10, no. 12 (2019).
<https://doi.org/10.3390/info10120373>.

Raskar, Ramesh, Greg Welch, Kok-Lim Low, and Deepak Bandyopadhyay. "Shader Lamps: Animating Real Objects with Image-Based Illumination." In *Eurographics Workshop on Rendering Techniques*, 89–102. Springer, 2001.

Rohani. *Diktat Media Pembelajaran*. UIN Sumatra Utara: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, 2019.

Sadiman, Arief S., R. Raharjo, Haryono, and Rahardjito. *Media Pendidikan : Pengertian, Pengembangan, Dan Pemanfaatannya*. Edited by Sinwari Natakusumah. 1st ed. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2009.

Sambodo, Rizki Agung, Baskoro Adi Prayitno, and Puguh Karyanto. "The Development of ECO AR Learning Media Based on Augmented Reality Technology on the Topic of Ecosystem The Development of ECO AR Learning Media Based on Augmented Reality Technology on the Topic of Ecosystem." *AIP Conference Proceedings* 020108, no. December (2019).

Seels, B.B., and R.C Richey. *Instructional Technology: The Definition and Domain of the Field*. Washington DC: Association for Educational Communication and Technology, 1994.

Silva, R K J De, T D Rupasinghe, and P Apeagyei. "A Collaborative Apparel New Product Development Process Model Using Virtual Reality and Augmented Reality Technologies as Enablers." *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 0, no. 0 (2018): 1–11.
<https://doi.org/10.1080/17543266.2018.1462858>.

Strzys, M. P., S. Kapp, M. Thees, P. Klein, P. Lukowicz, P. Knierim, A. Schmidt, and J. Kuhn. "Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction." *European*

Journal of Physics 39, no. 3 (May 1, 2018): 035703.
<https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaa8fb>.

Strzys, M P, M Thees, S Kapp, and J Kuhn. "Smartglasses in STEM Laboratory Courses-the Augmented Thermal Flux Experiment." In *Physics Education Research Conference, PERC 2018*, Vol. 2018. Department of Physics, Physics Education Research Group, Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, D-67653, Germany: American Association of Physics Teachers, 2018.

Strzys, Martin P., Sebastian Kapp, Michael Thees, P. Klein, Paul Lukowicz, P. Knierim, A. Schmidt, et al. "Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction." *Education Sciences* 12, no. 3 (July 2019): 105–10.
<https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaa8fb>.

———. "Physics Holo.Lab Learning Experience: Using Smartglasses for Augmented Reality Labwork to Foster the Concepts of Heat Conduction." *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 39, no. 3 (July 2019): 105–10.
<https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaa8fb>.

Thees, Michael, Sebastian Kapp, Martin P Strzys, Fabian Beil, Paul Lukowicz, and Jochen Kuhn. "Effects of Augmented Reality on Learning and Cognitive Load in University Physics Laboratory Courses." *Computers in Human Behavior* 108 (2020): 106316.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>.

———. "Effects of Augmented Reality on Learning and Cognitive Load in University Physics Laboratory Courses." *Computers in Human Behavior* 108 (July 2020): 106316.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>.

Tita, Ajeng, Mochammad Ilyas, Resha Dwi, and Ayu Pangesti. "Sustainability Reporting : Sebuah Analisis Bibliometrik Pada Database Scopus." *Journal of Applied Accounting and Taxation*

5, no. 2 (2020): 137–57.

Tsai, Shu-peí. “Current Issues in Tourism Augmented Reality Enhancing Place Satisfaction for Heritage Tourism Marketing.” *Current Issues in Tourism* 10 (2019): 1–6. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1598950>.

Turan, Zeynep, Elif Meral, and Ibrahim Fevzi Sahin. “The Impact of Mobile Augmented Reality in Geography Education: Achievements, Cognitive Loads and Views of University Students.” *Journal of Geography in Higher Education* 42, no. 3 (July 3, 2018): 427–41. <https://doi.org/10.1080/03098265.2018.1455174>.

Ullón, H, D Zambrano, and F Domínguez. “Smart Objects for Engineering Labs: Boosting Exploratory Learning in Higher Education.” In *12th Latin American Conference on Learning Objects and Technologies, LACLO 2017*, edited by Casali A., Rivas M.C., Diaz A., and Sprock A.S., 2017-Janua:1–7. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Escuela Superior Politécnica Del Litoral, ESPOL Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Via Perimetral, Guayaquil, Ecuador: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017. <https://doi.org/10.1109/LACLO.2017.8120915>.

Yupi Royani dan Dukariana Idhani. “Analisis Bibliometrik Jurnal Marine Research in Indonesia.” *Media Pustakawan* 25, no. 4 (2018): 63–68.

yupi Royani, Dukarina Idhani. “Analisis Bibliometrik Jurnal Marine Research in Indonesia 1.” *Marine Research* 25, no. 4 (2018): 63–68.